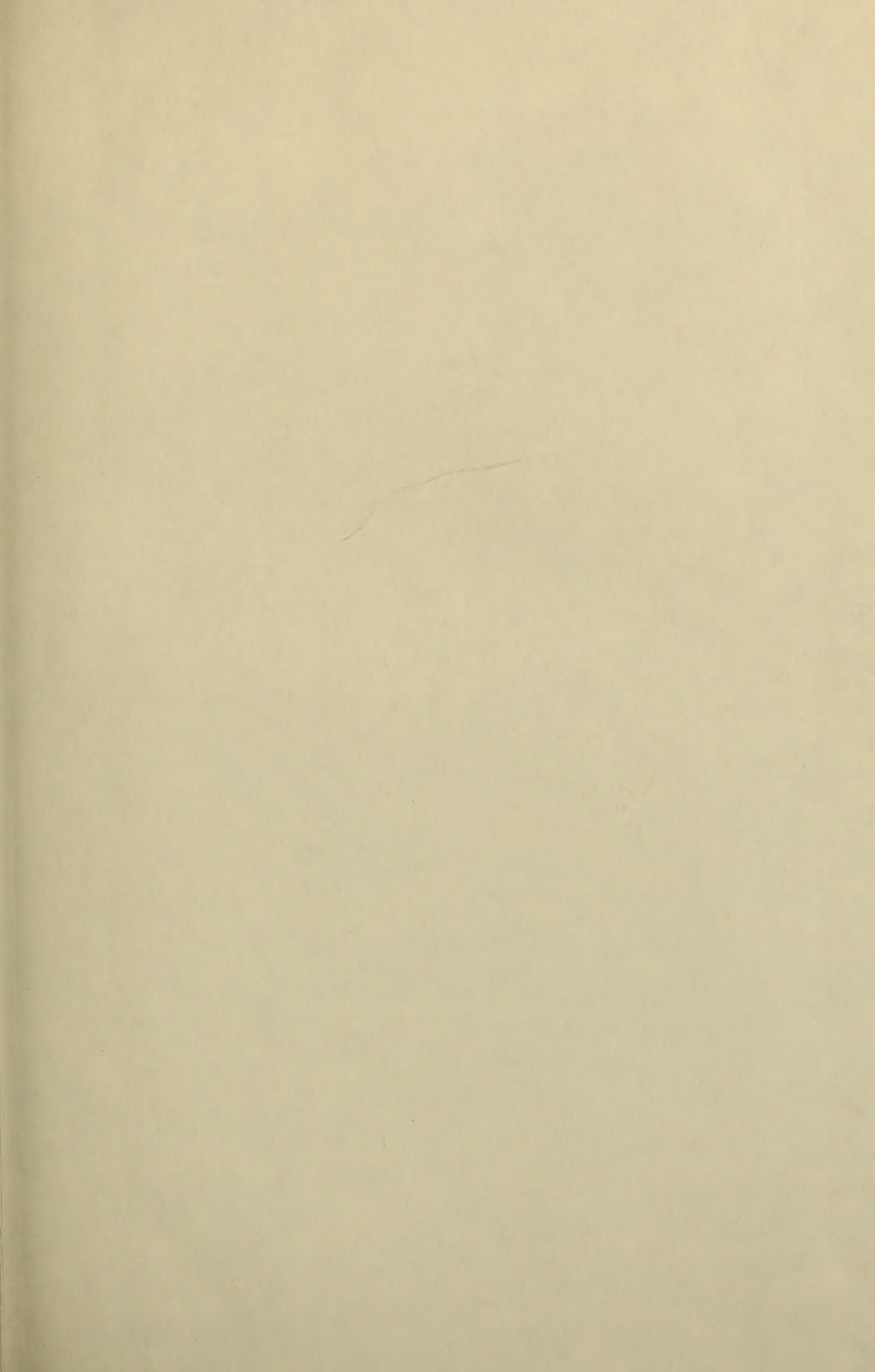
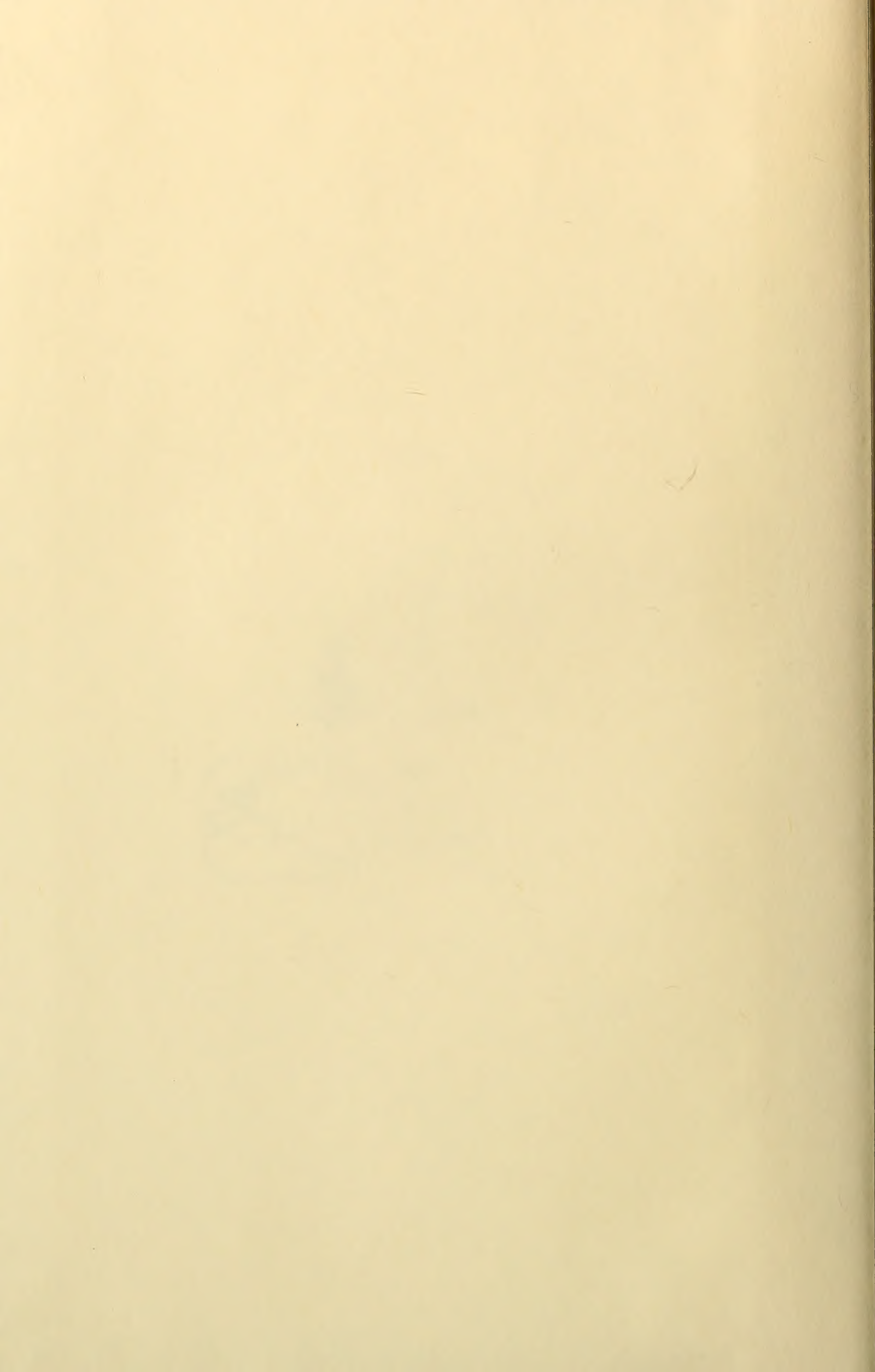


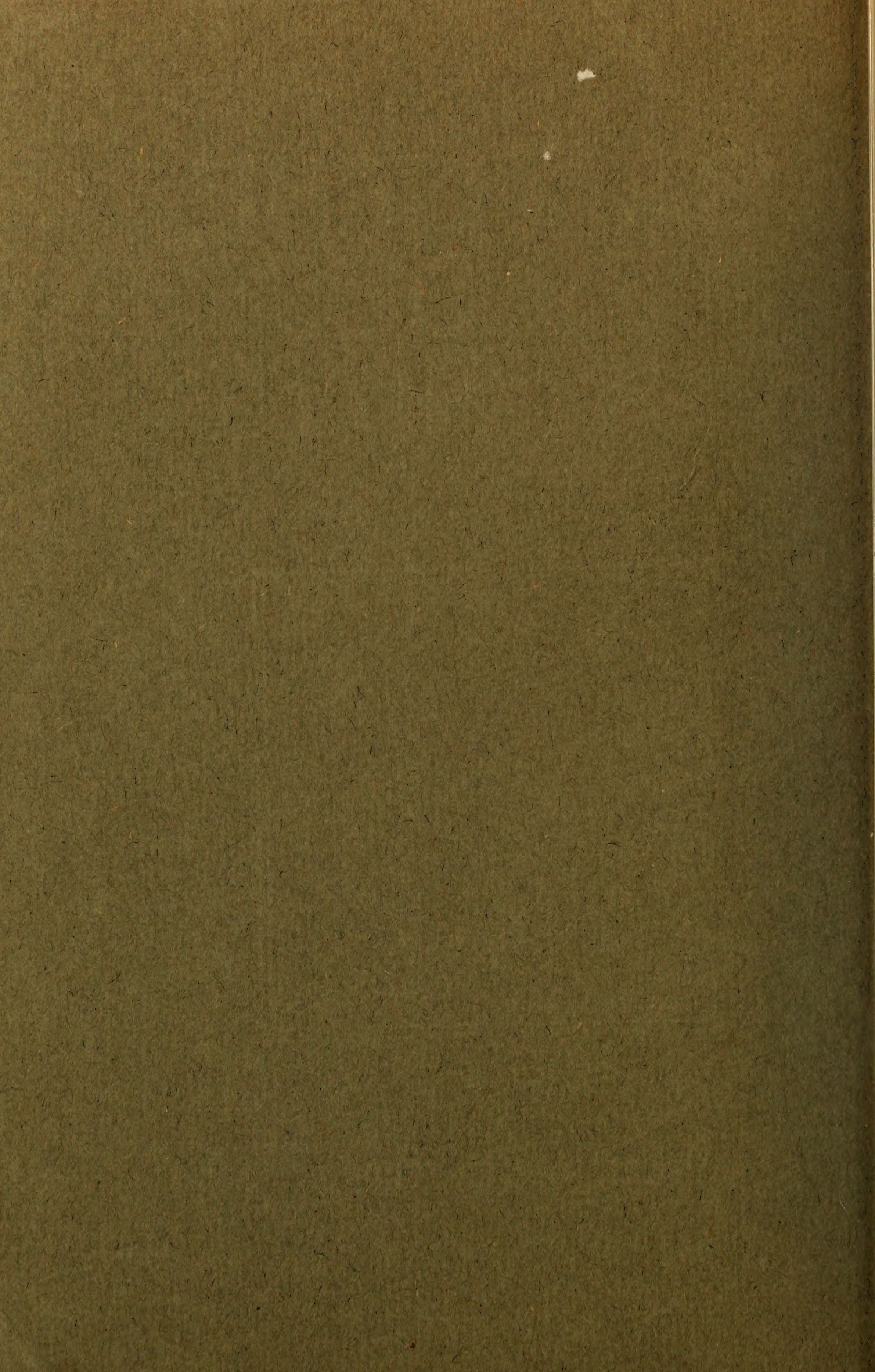


BALTISCHE LANDES:KUNDE



TEXT. — I. LIEFERUNG.

G·LÖFFLER
·RIGA·



Ankündigung umstehend.

Baltische Landeskunde.

Im Verein mit mehreren Mitarbeitern

herausgegeben von

K. R. Kupffer.

Erste Lieferung (Bogen 1—17)

mit über 60 Textfiguren.

Dazu ein Atlas, enthaltend 28 Tafeln und 6 Karten.

Riga 1910.
Verlag von G. Löffler.

Kurze Inhaltsübersicht.

Die **Erste Lieferung** enthält:

Die **zweite und letzte Lieferung** wird enthalten:

Der Preis der ersten Lieferung nebst Atlas ist auf 4 Rbl. festgesetzt, unter der Verpflichtung zur Abnahme der zweiten Lieferung, die Mitte Dezember zum Preise von 2 Rubeln erscheinen soll. Nach Erscheinen der zweiten Lieferung dürfte der Preis des kompletten Werkes erhöht werden, wenn der in Aussicht genommene Umfang von 30 Bogen überschritten wird.

Der Preis der beiden Einbanddecken (für Text und Atlas) ohne das Einbinden beträgt 90 Kop., das in 2 Bänden (Text und Atlas gesondert) fertig gebundene Exemplar kostet bis zum Tage des Erscheinens 7 Rbl. 60 Kop.

Der Verleger.

Was wir wollen.

„An der Ostsee Strand Liegt mein Vaterland
Lieb's von ganzer Seele".

Diese Zeilen eines bekannten Liedes deuten die Stimmung an, in der wir Mitarbeiter an diesem Werke gearbeitet haben. Wir sind gewiss, dass diese Stimmung — wenn es uns nur gelungen ist, ihr rechten Ausdruck zu verleihen — in unseren Heimatgenossen lebhaften Wiederhall finden wird, denn Liebe zur Heimat ist stets eine Tugend der Balten gewesen.

Zwar ist eine nähere Kenntnis unseres Landes nur wenig verbreitet, jedoch beruht dieses keineswegs auf Teilnahmlosigkeit, sondern darauf, dass Nichtfachleuten kaum Gelegenheit, den meisten gar nicht einmal eine Möglichkeit geboten ist, sich über unsere heimatliche Natur, Vorgeschichte und Geographie zu unterrichten. In unseren Lehranstalten wird die Heimatkunde nicht oder in einer wenig anziehenden Form getrieben; die zum Gebrauche zugelassenen Schulbücher über Erdbeschreibung, Naturkunde und Geschichte vernachlässigen gerade unsere örtlichen Verhältnisse meist völlig; es gibt überhaupt kein zusammenfassendes, derzeitigen Anforderungen irgend wie entsprechendes Werk über baltische Natur- und Landeskunde, denn das einzige zu nennende, Fischers „Versuch einer Naturgeschichte von Livland", ist in zweiter und letzter Auflage vor 120 Jahren erschienen. Freilich ist seitdem auch hier zu Lande gerade auf diesen Gebieten viel geforscht und geschrieben worden, jedoch behandelt jede der einschlägigen Schriften bloss ein eng begrenztes Wissensgebiet; dazu sind die meisten von ihnen nur Fachleuten zugänglich.

Hier will unser Buch Abhilfe schaffen, indem es sich an alle gebildeten deutschbaltischen Gesellschaftskreise wendet und — ohne seinen Stoff irgendwo erschöpfen zu können — in allgemeinverständlicher, möglichst einheitlicher Form einen Überblick über das Ganze unserer Landeskunde zu vermitteln trachtet. Die Anregung zu solch einem Werke ist 1907 vom ersten deutschbaltischen Lehrertage ausgegangen. Seine Herstellung hat sehr viel Mühe gekostet.

Das dem Buche gesteckte Ziel verlangte, namentlich für Abbildungen und Karten bedeutende Aufwendungen. Dass trotzdem ein so mässiger Preis hat angesetzt werden können, ist dem zu verdanken, dass ein grosser Teil der erforderlichen Arbeit unter Verzicht auf jegliches Entgelt geleistet worden ist, und dass der Verleger glaubt, sicher mit dem Absatz einer hohen Auflage rechnen zu können. Wenn die Gabe, die wir unserer teuren Heimat hiermit darbringen, eines Dankes wert ist, so würden wir diesen am liebsten darin sehen, dass recht viele Heimatgenossen sich durch unser Werk in der Gesinnung bekräftigen lassen möchten, die in den vorne an stehenden Liedzeilen ausgedrückt ist.

Der Herausgeber.

Probeseite.

B. Das Alluvium.

Einteilung. Alluvium heisst wörtlich „das Angespülte", in der Geologie bedeutet dieses Wort die jüngste Periode, weil in dieser die Anspülung und Ablagerung von Erdreich seitens der gegenwärtigen Gewässer stattgefunden hat und noch weiter stattfindet. Im Gebiete des Baltischen Meeres kennzeichnet sich diese Periode als eine Zeit der Schollenschwankungen und ausgedehnter Transgressionen beziehungsweise Regressionen des Meeres. Wir können die Zeit in folgende vier Abschnitte teilen:

a) die Zeit des Yoldiameeres,
b) „ „ „ Anzylussees,
c) „ „ „ Litorinameeres,
d) die Gegenwart im geologischen Sinne.

Die drei ersten dieser Zeitabschnitte sind nach bestimmten Entwicklungsphasen unserer Ostsee benannt, die aus nebenstehenden Figuren 49—51 ersichtlich sind und die wir im folgenden näher kennen lernen werden. Ihre Namen sind von gewissen Leitfossilien abgeleitet.

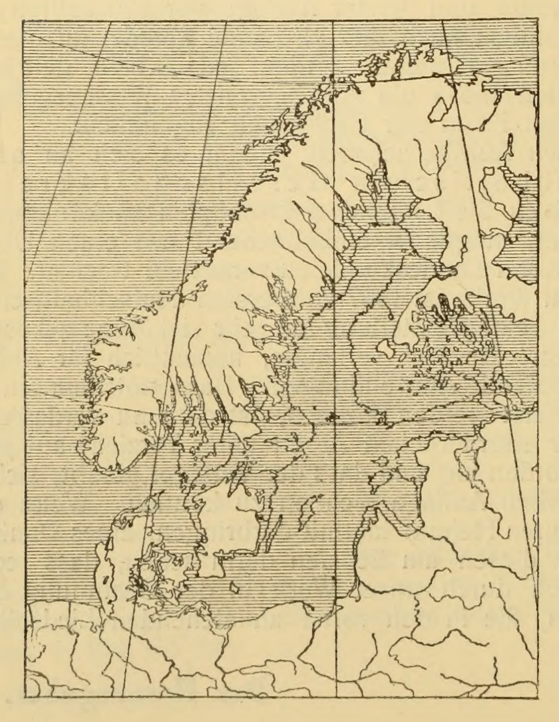


Fig. 49. Grösste Ausdehnung des spätglazialen Yoldiameeres (nach de Geer). Die heutigen Ostseeufer liegen, je nördlicher, desto tiefer unter dem Meeresspiegel; nur im Südwesten, zwischen Jütland und den Dänischen Inseln, sowie an der mecklenburgisch-pommerschen Küste greift das Ufer seewärts über seine gegenwärtigen Grenzen hinaus. Durch Mittelschweden mit dem Mälar-, Wener- und Wettersee ist das Baltische Meer mit der Nordsee, durch die Seen Finnlands, den Ladoga- und Onegasee vermutlich auch mit dem Weißen Meere verbunden. Daher ist das Yoldiameer ein salzhaltiges Eismeer.

die Uferlinie des Yoldiameeres auch bei uns nicht überall auf gleicher Höhe: Auf der Insel Hochland im finnischen Meerbusen hat man sie 86 Meter über dem heutigen Ostseespiegel gefunden; an der Nordwestküste Estlands dürfte sie ungefähr mit der Höhenlinie von 75 Metern zusammenfallen, in der Umgebung Pernaus mit derjenigen von 50, nördlich von Riga und bei Libau mit der von 25 Metern. Die Verbindungslinien von Punkten, die damals um den gleichen Betrag höher gelegen haben als gegenwärtig, verlaufen durch unser Gebiet ungefähr in der Richtung von Westsüdwest nach Ostnordost.

Infolge seiner breiten Verbindung mit der Nordsee und dem Weissen Meere war das Yoldiameer zweifellos ebenso salzig wie jene, also viel salziger, als unsere heutige Ostsee (S. 85–86). Die unmittelbare Nachbarschaft des nur langsam schwindenden Inlandeises, das zeitweise die nördlichen Ufer dieses Beckens gebildet haben muss, verlieh ihm den Charakter eines Eismeeres, in dem zahlreiche, von den ins Wasser reichenden Gletscherzungen losgebrochene Eisberge umherschwammen (vergl. S. 123). Die Spuren dieser Eisberge meint man im Bändertone daran erkannt zu haben, dass dessen regelmässige Schichtung hin und wieder zerstört, wie durch einen Riesenpflug aufgewühlt erscheint, was sich in natürlichster Weise durch das Schürfen schwimmender Eisberge am Boden seichter Meeresteile erklärt.

ima, Fauna nd Flora.

Das Klima unseres Landes muss nach dem Dargelegten zu damaliger Zeit ein hochnordisches gewesen sein. Dieses findet seine Bestätigung in allen bisher gefundenen Resten von Lebewesen aus jener Periode. Als Leitfossil für die Ablagerungen des Yoldiameeres, das diesem und seiner ganzen Zeit den Namen verschafft hat, gilt in Schweden die Muschel *Yoldia arctica* (Fig. 52), die heute noch in den arktischen Gewässern Europas vorkommt, in der Ostsee hingegen inzwischen ausgestorben ist. Bei uns zu Lande sind Reste der *Yoldia* selbst zwar noch nicht gefunden worden, nichtsdestoweniger ist die Identität unseres Bändertones mit dem sogenannten Yoldiatone Schwedens nicht zu bezweifeln. Zugleich mit der *Yoldia arctica* wanderten auch andere hochnordische Meeresbewohner in das Ostseebecken ein, von denen die einen, gleich ihr, nachher ausgestorben sind, andere dagegen noch heute hier einen von ihrem übrigen Verbreitungsgebiete völlig abgetrennten Wohnort haben. Dieses gilt zum Beispiel von der M e e r- oder K l a p p a s s e l *(Idothea ento-*

Probeseite.

mon, Fig. 53), die wohl allen Bewohnern und regelmässigen Besuchern unseres Strandes bekannt ist. Auch die grönländische Robbe *(Phoca groenlandica)* ist wohl um diese Zeit in unser Baltisches Meer gelangt. Wie ein Fund von Knochen

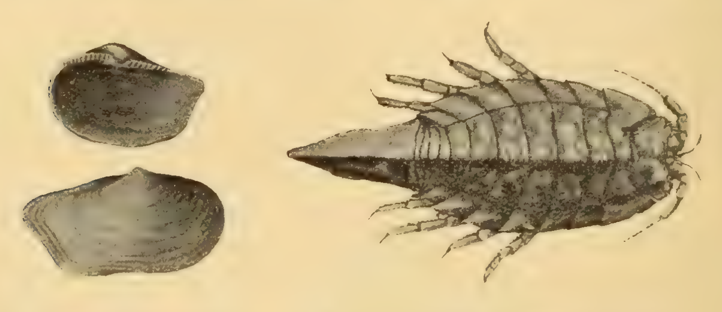


Fig. 52. *Yoldia arctica* Natürliche Grösse.

Fig. 53. *Idothea entomon*, Klapp- od. Meerassel. Etwas verkl.

dieses Tieres im Rinnehügel am Burtnecksee beweist, ist es noch zur sogenannten Steinzeit (siehe den Abschnitt über Archäologie) ein Bewohner unserer Gewässer gewesen, gegenwärtig fehlt es in den östlichen Teilen des Baltischen Meeres völlig.

Die Tierwelt des Landes muss damals ebenfalls dem arktischen Klima angepasst gewesen sein. Ohne Zweifel ist zum Beispiel das Rentier, dessen Reste in unserer Heimat wiederholt in nacheiszeitlichen Bodenablagerungen gefunden worden sind [13]), eben um jene Zeit hier eingewandert und beim nachmaligen Wärmerwerden unseres Klimas nach Norden hin davongezogen. Dem Ren folgte wohl der Vielfrass *(Gulo borealis)*, der übrigens noch vor etwa 130 Jahren als „nicht seltener" oder gar „häufiger" Bewohner unseres Gebietes angegeben worden ist [14]).

Auch die ersten pflanzlichen Einwanderer, die wohl bald nach dem Abschmelzen des Inlandeises den nackten Boden unseres Landes zu besiedeln begannen, waren Vertreter einer hochnordischen Flora. Besonders charakteristisch ist unter ihnen die schmucke Silberwurz *(Dryas octopetala)*, deren zierliche Blättchen in den unmittelbar der Grundmoräne aufliegenden Tonen und Sanden so häufig gefunden werden, dass man diese Vege-

13) G. Schweder (sen.) „Der Rentierfund bei Olai und andere baltische Cervidenfunde." Korresp.-Bl. des Naturf.-Ver. zu Riga IL, 17—39, 1906.

14) Nämlich von Fischer und von Hupel, vergleiche das Literaturverzeichnis am Schlusse des Abschnittes über unsere Tierwelt.

tationsperiode kurzweg die „Dryasperiode“ genannt hat. In Gesellschaft der Silberwurzreste finden sich stets auch Blätter, Kätzchenschuppen und die winzigen zweiflügeligen Früchtchen der Zwergbirke *(Betula nana)*, Blättchen und Fruchtkapseln der netzblättrigen und der Polarweide (Fig. 54) und mancher anderer nordischen Pflanzen. Einige von ihnen, wie zum Beispiel die Zwergbirke, gehören noch heute unserer einheimischen Pflanzenwelt an, andere sind hier ausgestorben und werden entweder — wie die Polarweide — nur noch in arktischen Gebieten, oder aber — wie die Silberwurz und die netzblättrige Weide — ausserdem auch in den ebenso unwirtlichen Hochgebirgsregionen Mitteleuropas angetroffen.

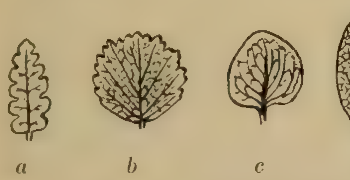


Fig. 54. Blätter einiger Pflanzen der kalten Periode, und zwar: *a)* Silberwurz *(Dryas octopetala)*, *b)* Zwergbirke *(Betula nana)*, *c)* Polarweide *Salix polaris)*, *d)* Netzblätterige Weide *(Salix reticulata)*. Natürliche Grösse.

Bisher sind folgende Lagerstätten arktischer Pflanzenreste in unserer Heimat gefunden worden: In Estland bei Kunda. In Livland bei Samhof und Kinzli unweit Hellenorm, bei Pingo und Wieratz unweit Fellin, sowie im Olaischen Forst unweit Riga. In Polnisch-Livland bei Rositten (Reshiza) und Stutschewo sowie bei Kraslau (Kreslawka). In Kurland in den Lehmgruben mehrerer Ziegeleien in der Mitauschen Tiefebene. Es unterliegt keinem Zweifel, dass bei systematischem Suchen an allen geeigneten Orten ähnliche Funde gemacht werden könnten.

Das reichhaltigste dieser Lager ist das der Ziegelei beim Gute Titelmünde unweit Mitau. Hier fanden sich nicht weniger als 32 arktische Pflanzenarten, dazu Reste verschiedener nordischer Käfer. Sehr interessant ist ferner der erwähnte Fundort im Olaischen Forst, weil dort im Jahre 1903 beim Graben eines Entwässerungskanals das Geweih eines Riesen-Renntieres und in den dasselbe einschliessenden Sandschichten Reste arktischer Pflanzen gefunden worden sind. Ausserordentlich lehrreich ist endlich der Fundort bei Kunda, da hier im Erdboden in einiger Höhe über dem arktischen Pflanzenlager menschliche Steinwerkzeuge aus der jüngeren Steinzeit zutage gefördert wurden, was beweist, dass jene primitiven Urbewohner unser Land erst geraume Zeit nach der arktischen Vegetationsperiode bevölkert haben.

Probebild aus dem Atlasse.



Abb. 29. Rest einer gewaltigen Eisstauung in der Düna bei Keggum (Aufnahme v. K. R. Kupffer).

Bestellzettel. (An die Buchhandlung zu senden, die die vorliegende Lieferung übersandte.)

Bei der Buchhandlung von

bestelle ich aus dem Verlage von **G. Löffler, Riga** zum Vorzugspreise

Baltische Landeskunde, Lieferung 2 (in Ergänzung zu der bereits erhaltenen Lfg. 1)	Rbl. 2.—
— — d. ganze Werk nebst Atlas broschiert	„ 6.—
— — desgl. in 2 Bänden (Text u. Atlas) gebunden	„ 7.60
Paar Einbanddecken (Text u. Atlas) zusammen	„ —.90

Eine Erhöhung obiger Preise nach Erscheinen des Werkes bleibt vorbehalten.

Name und Adresse: ....

Druck von C. Mattiesen in Dorpat.

Teil I.

Physikalische Geographie.



Abschnitt 1.

Die Lage des Gebietes.

Von

E. v. Wahl.

Das Ostbaltikum bildet das nordwestliche Grenzgebiet der osteuropäischen Tiefebene. Als Ganzes betrachtet, gehört diese zu den grössten der Erde und wird durch ihre eigenartige Vergangenheit scharf gekennzeichnet. Die Höhengliederung des Landes ist in anbetracht der verhältnismässig geringen Erhebungen wenig entwickelt, finden sich doch auf einem Gebiete von viereinviertel Millionen Quadratkilometer Flächenraum als höchste Punkte nur wenige Gipfel, die 300 Meter übersteigen.

Es mögen zunächst die Grenzen der osteuropäischen Tiefebene festgestellt werden. Wenn wir den mittleren und südlichen Teil der Ostsee von den Ålandsinseln ab nach Süden als einen unter Wasser gesenkten Teil unseres Gebietes auffassen, — der bottnische Busen ist wohl nur eine Mulde im skandinavisch-finnischen Massiv, — so sehen wir, dass das Niederungsgebiet in West und Nordwest von den Erhebungen und Platten des skandinavisch-finnischen Granit-Gebirges [1]) begrenzt ist. Gegenüber, im Osten, finden wir das von Norden nach Süden verlaufende Gebirge des Ural [2]), in Südwest das wolhynisch-podolische Plateau [3]), im Süden das Faltengebirge der Krim und des mächtigen Kau-

1) Zur archäischen Formation gehörig, vergl. die Formationstabelle am Schlusse des Abschnittes 5 über die Grundzüge der Erdgeschichte.

2) Erfuhr seine endgültige Hebung in der Kohlen- und Permzeit.

3) Dieses ist das Fundament eines uralten, bereits wieder bis auf den Grund abgetragenen Gebirges.

kasus [4]), das Becken des Schwarzen Meeres [5]) und die Niederung des Kaspi-Sees. Im Norden ist ein Land [6]), das einst Europa über Grönland mit Nordamerika verbunden hat, zur Tiefe gesunken; dort branden jetzt als Grenze der osteuropäischen Tiefebene die eisigen Wogen der nördlichen Polarsee. In freier Verbindung steht dieses Flachland durch breite Lücken des Gebirgskranzes hindurch nach Südosten mit den weiten Niederungen Asiens, nach Westen mit der Tiefebene Nord-Deutschlands.

Das eben in seinen Grenzen skizzierte Flachland ist nicht vollständig eben, sondern durch Hügel und Täler gegliedert. Jene bestehen aus mehr oder weniger lockerem Erdreich und sind dem festen Felsenuntergrunde aufgelagert, diese sind in die lockeren Aufschüttungen oder in den felsigen Untergrund eingeschnitten. Denken wir uns diese aufgeschütteten Hügel und diese Einschnitte weg, so erscheint in der Tat das russische Flachland als eine Ebene, deren Oberfläche sich in ausserordentlich sanften Wellen zwischen sehr geringen Höhenunterschieden bewegt, und stellenweise von einzelnen Landschwellen durchsetzt wird. Eine solche Landschwelle stellt unser baltisch-littauischer Höhenrücken dar [7]).

---

4) Im Laufe der Tertiärperiode entstanden.

5) Durch den Einsturz einer Erdscholle gebildet.

6) Archäischer Bildung.

7) Früher betrachtete man die Erhebungen unseres Gebietes als Teil eines angenommenen „Uralisch-baltischen Landrückens“, der vom nördlichen Ural in ostwestlicher Richtung durch ganz Russland bis nach Preussen und Mecklenburg dahin ziehen sollte. Neuere und genauere Untersuchungen über die orographischen Verhältnisse Russlands haben diese Auffassung widerlegt und dargetan, dass in Wirklichkeit weder dieser noch der weiter südlich angenommene „Uralisch-karpatische Landrücken“ existiert.

Abschnitt 2.

Die Höhenverhältnisse.

Von

E. v. Wahl und **K. R. Kupffer.**

Vorbemerkung.

Im Atlas unseres Buches befindet sich eine Übersichtskarte der Höhen und Gewässer von Est-Liv-Kurland im Masstabe 1 : 2250000, die beim Lesen dieses Teiles beständig vor den Augen behalten werden sollte. Um diese kleine Karte nicht zu überlasten, sind auf ihr nur wenige Namen ausgeschrieben. Die einzelnen bemerkenswerten Höhenpunkte sind durch stehende Zahlen gekennzeichnet, mit deren Hilfe ihre Benennungen in dem am Schlusse dieses Abschnittes befindlichen Verzeichnisse aufgesucht werden können. Im Texte wird sehr oft auf diese Nummern verwiesen und zwar sind sie stets durch eckige Klammern [ ] kenntlich gemacht.

In der Karte sind vier Tiefen- und sechs Höhenstufen dargestellt, ihre Bedeutung ist am Kopfe der Karte erläutert. Um eine recht anschauliche Vorstellung von diesen Stufen zu erhalten, denke man sich den Meeresspiegel um die ihnen entsprechenden Beträge erhöht oder erniedrigt. So ist ersichtlich, dass eine Hebung des Meeres um 30 Meter (fast 100 Fuss) nicht nur unsere ganze Strandniederung, sondern auch die Tiefebenen von Pernau und Riga-Mitau überfluten würde; der Peipus würde mit der Ostsee zusammenfallen; von unseren Inseln würde nur der Hügelrücken auf der Westspitze Dagös und eine etwa bisquitförmige Figur auf Ösel trocken bleiben. Bei einer Erhöhung der Meeresoberfläche um 60 Meter würden unsere Inseln mit alleiniger Ausnahme des Dagerortschen Rückens völlig versinken, Peipus und Wirzjärw würden — bedeutend vergrössert — Meeresteile werden, unser Festland würde in einen Archipel grosser und kleinerer Inseln zerfallen. Sollte dagegen das Baltische Meer nur um 20 Meter sinken, oder der Meeresboden sich um diesen Betrag heben, so würden alle unsere Ostseeinseln ausser Runö mit dem Festlande verwachsen und der Livländische Meerbusen schrumpfte in einen gewaltigen Binnensee zusammen, in dessen Mitte die wesentlich vergrösserte Insel Runö sichtbar wäre. Es ist leicht, diese Betrachtungen weiter fortzuspinnen.

Die Schraffierung der Hügellandschaften kann auf einer so kleinen Karte natürlich nur schematisch sein, ein genaues Bild von allen Vertiefungen und

Erhebungen vermag sie nicht zu bieten. Auch muss hervorgehoben werden, dass die meisten unserer in üblicher Weise angedeuteten Gipfel sich nur auf der Karte so schroff von ihrer Umgebung abheben. In Wirklichkeit pflegen sie von so vielen, ihnen an Höhe so nahe kommenden und auch sonst so ähnlichen Hügeln umgeben zu sein, dass es nicht leicht ist, sie ohne ortskundigen Führer aufzufinden.

A. Die Ostseeinseln.

Ösel und Moon.

Die Inseln Ösel und Moon, nur durch den schmalen und seichten Kleinen Sund von einander getrennt, gehören nicht nur politisch, sondern auch ihrer natürlichen Beschaffenheit gemäss aufs engste zusammen und sollen hier daher gemeinsam behandelt werden.

Ihre Küsten sind durch Vorsprünge, Buchten und vorgelagerte Inseln reich gegliedert. Moon besitzt im Nordosten zwischen Lötza und Püsinina [8], Ösel namentlich im Nordwesten felsige Steilufer oder, wie sie hier nach einem estnischen Worte genannt werden, „Panks". Die bedeutendsten sind der Mustelsche Pank [6], auch schlechtweg „Pank" genannt, östlich und der Ninase-Pank [5] westlich von der Mustelschen Bucht. Jener soll etwa 30 Meter (ungef. 100 Fuss) hoch sein, dieser steht ihm nur wenig nach. Auch der Kaugatoma-Pank bei Ficht auf der Westseite des langen schmalen Halses der Halbinsel Sworbe ist der Erwähnung wert. Unbedeutende Felsufer finden sich auch an der Westspitze der Insel Filsand (B 3)[1], auf den ihr vorgelagerten Waika- (oder Waigat-) Inseln, sowie an einigen Punkten der Nordküste Ösels östlich und westlich von St. Johannis. Durch eine ansehnliche Felsenwand zeichnet sich das Nordufer des kleinen Eilandes Schildau im Moonsunde (D 3)[1]) aus. Bei Tagamois an der Ostseite der Halbinsel von Hundsort gibt es ebenfalls ein hohes Ufer [4], doch ist dieses nicht felsig.

Das Generalnivellement[2]) hat für Ösel ein Erhebungsgebiet von mehr als 15 Metern (etwa 50 Fuss) ergeben, das westlich

1) Mit diesen Buchstaben und Ziffern werden in üblicher Weise diejenigen Gevierte des Gradnetzes der gleichfalls im Atlas dieses Buches enthaltenen politischen Übersichtskarte bezeichnet, in denen der angeführte Ort zu finden ist. Beim Lesen sollte man auch diese Karte immer zur Hand haben.

2) Veranstaltet durch die Kaiserlich Livländische Gemeinnützige und Ökonomische Sozietät.

von den Sümpfen des Koikschen Sees [III] beginnend, bis Lümmada (C 3) streicht, sich im Norden der Pammerortschen Halbinsel und der Mustelschen Küste nähert und in die Halbinsel von Hundsort hineingreift. Im Süden haben wir eine Linie Karmel-Kergel als Grenze des vorgelagerten Tieflandes. Bei Kergel biegt die Figur scharf nach Süden und spitzt sich mit der nordwest-südöstlich, aus der Halbinsel von Hundsort über Lümmada streichenden Kontur nach Järwe zu, um dann nach kurzer Unterbrechung sich in einem Bogen nordost-südwestlicher Richtung in der Halbinsel Sworbe fortzusetzen. Dieser Höhenstufe ist eine zweite von 30—45 Meter (etwa 100—150 Fuss) aufgesetzt, indem sich ein gewaltiger, an beiden Enden schmaler, in der Mitte bis über 10 Klm. breiter Geröllzug, südlich von der Pammerortschen Halbinsel beginnend, bis in die Nähe von Järwe erstreckt (siehe die Höhenkarte). Diesem Geröllzuge sind einzelne Erhebungen von etwa 45—50 Meter (150—163 Fuss) Höhe aufgesetzt. Nach Osten hin ist dieser Rücken meist ganz unmerklich abgedacht, nach Westen hingegen lässt er hie und da die schroffe Böschung eines alten Meeresufers erkennen, namentlich im sogenannten Widoberge bei Mäpä [2], etwa zwischen Kergel und Lümmada, sowie im Kodaramägi [3] oder sogenannten „Libanon“ östlich von der Mustelschen Bucht. Auch die Halbinsel Sworbe wird von Norden nach Süden von einem Geröllrücken durchzogen, der zwischen Koltz und Mento [1] seine grösste Höhe, 27 Meter, erreicht. Hier ist der östliche Abhang, gleichfalls eine alte Uferböschung, wesentlich steiler als der westliche. Der übrige Teil der Insel ist ganz flach und sehr steinig (Taf. V Abb. 3 u. Taf. VI Abb. 5).

Zu erwähnen ist wohl noch der sogenannte Sallsche Krater [7], ein kreisförmiger Hügel von etwa 285 Metern Durchmesser und 6 Metern Höhe, dessen Gipfel eine trichterförmige, im unteren Durchmesser etwa 50 Meter messende Vertiefung aufweist. Diese Vertiefung senkt sich ungefähr 15 Meter tief herab, auf ihrem Grunde befindet sich ein kleiner flacher See. Der Hügel besteht aus Kalksteinschichten, ist mit Geröll und Erde überdeckt und trägt ein Parkgehölz. Obschon noch nicht alle Einzelheiten der Entstehungsweise dieses eigentümlichen Hügels geklärt zu sein scheinen, ist doch ganz sicher, dass es kein erloschener Vulkan ist, denn nirgends finden sich in oder um ihn Spuren aus dem Erdinneren aufgeworfenen Materiales oder andere Hinweise, die auch bei den ältesten Vulkanen nie ganz fehlen.

Die Wasserscheiden entsprechen den Höhenkurven: eine verläuft nordost-südwestlich durch die Mitte der Insel, eine zweite nordwest-südöstlich in der Richtung von der Halbinsel Hundsort nach Järwe.

Ösel ist geologisch ein sehr interessantes Gebiet, auch landschaftlich sind besonders die Nordküste und die Halbinsel Sworbe bemerkenswert. Dem Forscher, der Versteinerungen, bemerkenswerte Strandvögel oder seltene Pflanzen sucht, bietet die Insel reiche Fundorte.

Nuckö, Worms.

Die Inseln, die dem Festlande Estlands im Westen vorgelagert sind, zeigen im wesentlichen den nämlichen flachen, steinigen Charakter, wie dieses. Die mit dem Festlande durch eine schmale und niedrige, bei besonders hohem Wasserstande überflutete Landenge verbundene Halbinsel Nuckö und die Insel Worms sind, abgesehen von kleinen Uferwällen und unbedeutenden, steinigen Bodenschwellen, ganz flach (Taf. V Abb. 3).

Dagö.

Die grössere Insel Dagö lässt an der Ostküste, beim Dorfe Kallaste nordöstlich von Pühalep, in der Form einer niedrigen Felspartie ein ehemaliges Meeresufer erkennen und trägt, ausser einigen flachen Erhebungsrücken, auf der nach West erstreckten Köpposchen oder Dagerortschen Halbinsel einen wohl bis über 70 Meter (230 Fuss) aufragenden Geröllrücken, dessen höchster Punkt der Andreas-Berg genannt wird. Ein anderer Punkt heisst im Estnischen Tornimägi [9], d. i. Turm-Berg, weil er von alters her einen hohen Leuchtturm trägt, dessen Fuss 69 Meter hoch liegt.

Nordöstlich, von einer, die Orte Heltermaa und Roiks verbindenden Linie ist der Boden Dagös sehr steinig. Der vielfach zerklüftete, verwitterte und zerfallene Kalkfelsengrund tritt an manchen Punkten nackt zu Tage, so z. B. bei Heltermaa, Pühalep, Kallaste, Pallokülll. Unzählige lose Granitblöcke liegen allenthalben umher, darunter einige von gewaltiger Grösse (vergl. Abb. 1 u. 2 auf Tafel IV). Die Westseite der Insel ist meist sandig, die Südostseite besitzt ziemlich guten, wenn auch flachgründigen Ackerboden. Die Mitte der Insel ist von ausgedehnten Mooren und Heiden eingenommen.

Inselküsten.

Die Küsten unserer Ostseeinseln sind — abgesehen von den schon erwähnten Steilufern — flach. In den stillen Buchten,

deren Boden aus angeschwemmten Ton, Mergel [3]) und Schlick zu bestehen pflegt, treten Strandwiesen meist unmittelbar bis an den Wasserrand heran. An den Landspitzen und Vorsprüngen finden wir in der Regel Ablagerungen von Sand und Kies nebst Anhäufungen loser Steinblöcke jeglicher Grösse.

Verhältnismässig selten ist reiner, d. h. nicht mit Steinen überstreuter Sand- oder Kiesstrand auf den Ostseeinseln anzutreffen. Solches ist bei Järwe an der Südküste und bei Hundsort an der Nordwestküste Ösels sowie bei Tachkona an der Nordspitze Dagös der Fall.

B. Estland

(und Livland nördlich vom Embach).

Übersicht.

Die sogenannte Estländische Wasserscheide bildet eine von West nach Ost streichende länglich-schildförmige Erhebung. Im Grossen und Ganzen wird das Skelett des Landes von Kalksteinen [4]) gebildet, der von Geschieben [5]) und Verwitterungsprodukten aller Art überdeckt ist.

Die genannte Erhebung ist auf die breite Basis einer über 60 Meter (200 Fuss) hohen Stufe aufgesetzt, die sich annähernd von Rappel im Westen bis Jewe im Osten erstreckt. Der Höhenzug von Isak bis Püchtitz [16] (95 Meter) und die drei Blauberge bei Waiwara [15] (84 Meter) noch weiter ostwärts bilden kleine getrennte Erhebungsgebiete.

Nach Westen hin senkt sich das Land allmählich unter den Seespiegel. Im Süden fällt die estländische Platte ganz sanft zu den Niederungen der Pernau, des Wirzjärw und des Embach ab, wo sich der Kalksteingrund der estländischen Randhöhe unter Sümpfen und andersartigen Auflagerungen verliert. Im Osten haben wir das Peipus-Becken und die in den Sockel von 30 Metern (etwa 100 Fuss) eingeschnittene Narowa. Jenseit dieses Flusses hebt sich das Land wiederum, namentlich bei Moloskowitzy und Jelissawetino zwischen Jamburg und Gatschina (schon ausserhalb unserer Karte). Im Norden tritt die Höhenlinie von 60 Metern (etwa 200 Fuss) bis nahe an die Küste heran.

---

3) Ein Gemenge von Ton mit kohlensaurem Kalk.
4) Der silurischen Formation.
5) Aus der Quartärzeit.

Nahezu quer zu seiner west-östlich streichenden Erhebung, meist in nordost-südwestlicher Richtung, wird das Land von zahlreichen, schmäleren oder breiteren Wällen, zerstreuten oder in Gruppen vereinigten Geröllhügeln durchzogen, die dem Ganzen den Eindruck eines schwach bewegten Tieflandes verleihen. Wenn es auch derartige Gebilde von abweichender Streichrichtung gibt, wie z. B. die Arbaferschen Berge bei Heinrichshof in Strand-Wierland, der Rücken von Piep in Jerwen und andere, so ist die nordost-südwestliche Richtung doch die vorherrschende. Diese Hügelrücken bringen Abwechslung und schaffen, besonders wo sie mit stehendem oder fliessendem Wasser in Verbindung wirken, Landschaften von hohem Reiz.

Küsten.

Der Bau der Nordküste Estlands, die sogenannte Glintbildung, ist besonders interessant. Unter Glint, richtiger Klint, versteht man in Dänemark, Deutschland, Schweden und bei uns ein felsiges Steilufer, welches zur See abfällt und dessen abschliessende Höhe sich ziemlich eben oder mit geringer Neigung, selten Steigung, in das Land erstreckt. An ihrem Fusse ist die Steilmauer meist unterwaschen, zwischen ihm und der See liegt vielfach ein schmaler Streifen von Sanden, Lehm, Geröll, Blöcken und Meeresschlamm (vergl. Abb. 7—10 auf Taf. VII u. VIII). Die Atmosphäre und die See arbeiten unablässig an der Zerstörung dieser Felsgebilde.

Unser Glint gibt Bilder hoher landschaftlicher Schönheit (vergl. d. gen. Abbild.). Der weite Horizont von dem Steilabfall aus, die blaue See, die weissen Kalkfelsen, die reiche Vegetation, die sich vielfach an dem Abhang, sowie auf dem Gürtel zwischen diesem und der See angesiedelt hat, lassen es verständlich erscheinen, wenn die Glintküste weit über die Heimat hinaus wohlverdienten Ruf geniesst.

Nirgends, sagt ein Beobachter, ist der Kontrast zwischen den krystallinischen Gesteinen Finnlands und Skandinaviens und den paläozoischen Schichten imposanter, als im finnischen Meerbusen, wo den Gneissen und Graniten Finnlands gegenüber die majestätische kambro-silurische Platte Estlands einen mächtigen Absturz erleidet und eines der schönsten natürlichen Profile unseres Planeten bildet

Der Glint beginnt bei Baltischport und setzt sich bis zur Ostgrenze Estlands bei Narwa fort. Er verläuft entweder hart am Strande oder zieht sich auf einige Kilometer ins Land zurück.

Das letztere ist in Ost-Harrien und West-Wierland der Fall, wo er zugleich meist in mehrere Stufen aufgelöst erscheint und wo sich an seinem Fusse weite bewaldete Niederungen finden, die auf zahlreichen Landspitzen ins Meer hinausreichen. Stellenweise liegen hier auch flache Inseln vor.

Der Glint ist am Kap Packerort nördlich von Baltischport [10] 25 Meter hoch (Taf. VII Abb. 8) und erreicht schon im Laksberge [12] bei Reval eine Höhe von 46 Metern (152 Fuss), die als mittlere Höhe auf der weiteren Strecke gelten kann. Nur bei Ontika [14] erhebt er sich bis zu 53 Metern (175 Fuss).

Westlich von Baltischport sehen wir vom Meere übrig gelassene Trümmer einer Fortsetzung des Glints an den Felsinseln Klein- und Gross-Rogö (vergl. Abb. 7 auf Tafel VII), sowie Odinsholm. Isolierte Glintpartien ehemaliger Inseln, die jetzt zum Festland gehören, haben wir im sogenannten Domberge zu Reval und bei Wiems [13].

Die flache Westküste Estlands ähnelt vollkommen denen unserer grossen Ostseeinseln. Ihre bemerkenswertesten Punkte sind die völlig verschilfte Matzalwiek (Abb. 31 auf Taf. XX) und die mit herrlichem Parkwalde bestandene Halbinsel Pucht bei Werder (D 3)[6]) (Abb. 38 auf Taf. XXIII).

Terrassen.

Von der Glinthöhe landeinwärts senkt sich das Land ein wenig bis zu einer niedrigen zweiten Stufe, die an vielen Stellen des Landes deutlich ausgeprägt ist. So bei St. Matthias (E 2), bei Humala und in Wierland bei Kawast, Tatters, Itfer und wiederum in der Jeweschen Gegend von Türpsal über Kukkers bis Etz. Am Fusse der zweiten Höhe ziehen sich meist ausgedehnte Sümpfe hin, an die sich einzelne Seen, wie der Obere See bei Reval [VII][7]) (6,2 □-Kilometer Flächeninhalt), der Maartsche und der Kahalsche See (3,4 □-Kilometer Flächeninhalt) anschliessen.

Südlich von der zweiten Stufe lassen sich nur selten noch neue Terrassen unterscheiden, meist steigt das Land von hier an allmählich zur Wasserscheide empor. Nur von der Kawast-Itferschen Stufe senkt das Land sich nochmals nach Süden, um sich bei der Stadt Wesenberg in einer neuen Stufe zu erheben, von der, wie gewöhnlich, die Steigung bis zur Wasserscheide

6) Vergl. Fussnote 1 auf S. 6.

7) Diese eckig eingeklammerten römischen Zahlen verweisen auf die gleichen der oro-hydrographischen Karte und des zugehörigen Verzeichnisses.

fortgeht. Auch südlich von Kegel, bei Thula und Sack, ist eine dritte Stufe zu erkennen.

Die Wasserscheide ist bald trocken bald durch flache Einsenkungen sumpfig.

Abdachungen.

Im flachen Westgebiet, wo sich an der Festlandküste kein Glint mehr erhebt, sehen wir das stufenartige Ansteigen der hintereinander liegenden Terrassen sich wiederholen, wobei die nachfolgenden Senkungen so regelmässig sind, dass jede am Fusse der nächsten Stufe in eine ins Land eingreifende Meeresbucht ausgeht. So sehen wir eine niedrige Felsküste an der Nordwestspitze Estlands bei Ristnina unter Wichterpal und bei Kap Spitham (D 2). Darauf folgt südwärts die Hapsalsche Bucht. Bei Linden und Pullapä südlich von dieser Bucht haben wir eine zweite niedrige Stufe, hinter der das Land sich zur Matzalwiek senkt, um südlich von dieser wieder als deutliche Terrasse anzusteigen, die von Kirrefer bis Friedrichsberg unter Sastama zu verfolgen ist. Von hier senkt das Land sich zum dritten Male bis zur Waistschen und Pernauschen Bucht (vergl. die Karte).

Es verdient bemerkt zu werden, dass auch auf den Inseln die Fortsetzungen jener Terrassen sich verfolgen lassen. So fallen die Felsprofile bei Pühalep auf Dagö in die Fortsetzung der oben erwähnten zweiten Stufe, der Soëla-[8]) Sund zwischen Dagö und Ösel in die Verlängerung derselben Senkung, in der die Matzalwiek gelegen ist, die Panks an der Nordostecke Moons und der Nordküste Ösels in die Richtung Kirrefer-Friedrichsberg und endlich die flache Südküste Ösels ungefähr in die Fortsetzung der Nordküste der Pernauschen Bucht.

Zur Pernauschen Niederung, sowie zum Nordufer des Peipus dacht die estländische Wasserscheide sich ganz allmählich ab.

Die Pantiferschen Höhen.

Wenn wir, etwa von der Kirche Klein-Marien in Wierland (G 2) als Mittelpunkt, um die Stadt Wesenberg, die Kirchen St. Katharinen, St. Matthäi (F 2), und so weiter einen Kreis schlagen, erhalten wir eine Figur, die annähernd den Erhebungsrayon von 90 Metern (etwa 300 Fuss) angibt, und dem im Klein-Marienschen Kirchspiel die sogenannten Pantiferschen Höhen mit mehr als 120 Metern (etwa 400 Fuss) aufliegen (vergl. die Höhenkarte).

8) In diesem Worte sind o und e getrennt auszusprechen.

Von dieser höchsten Erhebung Estlands streichen länglich-rundliche Wallhügel der früher erwähnten Art von bedeutender Erhebung, in mehrfachen Reihen geschart, in südöstlicher Richtung bis über den Embach, die estländische Landhöhe mit derjenigen von Odenpä verbindend (vergl. die Höhenkarte, ferner die Abb. 24 auf Taf. XVI). Der südlichen Abdachung des Erhebungsbezirkes von 120 Metern sitzt ein besonders hoher derartiger Wallberg auf und bildet damit die höchste Erhebung Estlands, den Emomägi [19], 167,6 Meter (550 Fuss)[9]) hoch.

Neben diesem sind folgende Gipfel als die höchsten zu nennen: der Kellafersche Berg [17], 156,6 Meter[9]), der Ebbafersche Berg [18], 147,5 Meter[9]), das Tamik-Signal, 140,8 Meter[9]) und endlich, obschon bereits in Nordlivland gelegen, jedoch noch zu diesem Höhensystem gehörig, der Laissche Gipfel [20], 148 Meter[9]).

C. Livland

(ausser dem Teile nördlich vom Embach).

Pernausche Niederung.

An ihrer südwestlichen Abdachung geht die Estländische Wasserscheide ganz sachte in ein ausgedehntes, die Höhe von 30 Metern nicht übersteigendes Tiefland über, das wir die Pernausche Niederung nennen wollen. Im Südosten von der weiterhin zu besprechenden Felliner Wasserscheide, im Südwesten vom Pernauschen Meerbusen begrenzt, steht dieses ebene Tiefland nordwestwärts mit der ihm ähnlichen und daher ihm zuzuzählenden Niederung des Kasarjenschen Flusses im Zusammenhange.

Im nördlichen Teile dieser Niederung begegnen uns hie und da niedrige, steinige Geröllrücken, die sich als Fortsetzung gleichartiger Gebilde des westlichen Estlands erweisen. An den Ufern der vielen wasserreichen Flüsse, die dieses Gebiet durchströmen, erstrecken sich üppige Wiesen. Hie und da finden wir grössere oder kleinere Flächen urbaren Bodens, der menschliche Niederlassungen, Ackerbau und Viehzucht hervorgerufen hat. Der weitaus grösste Flächenraum, insbesondere südlich vom Pernau-

9) Diese Höhenangaben sind dem im Auftrage der Livländischen Gemeinnützigen und Ökonomischen Sozietät ausgeführten General-Nivellement entnommen und beruhen zum Teil auf noch älteren Messungen von Struve. Nach dem neuesten Nivellement des Generalstabes betragen die Höhen der genannten Punkte in obiger Reihenfolge 166 Meter, 155,7 Meter, 146 Meter, 140,8 Meter und 144 Meter.

flusse, ist aber bis heute von Wald und Moor eingenommen (vergl. die Vegetationskarte im Atlas dieses Buches u. Taf. XXVII Abb. 46). Die Wälder sind je nach dem Boden, auf dem sie stehen, von verschiedener Beschaffenheit. Auf dem dürren, oft sanft gewelltem Sandboden finden wir Kiefern- oder Heidewälder, auf besseren Boden herrscht die Fichte vor und in feuchten, stärker tonhaltigen Niederungen gewinnen Laubbäume, namentlich Birken und Eschen die Oberhand. Die Moore dieser Gegend gehören nebst denen der ähnlichen Rigaschen Tiefebene (siehe weiterhin) zu den grössten unseres ganzen Gebietes, besonders bekannt ist unter ihnen durch seine riesige Ausdehnung und sein charakteristisches Gepräge dasjenige von Kikepere.

Strand-niederung.

Die Strandniederung an der Nordküste der Pernauschen Bucht erscheint als unmittelbare Fortsetzung der westestländischen Küstenbildungen. Hier wie dort treffen wir in den Buchten Strandwiesen auf angespültem tonhaltigem Schlamm- und Schlickboden, an den Vorsprüngen Sand, Kies, Geröll und Anhäufungen von Steinen. Ihnen sind bis weit ins Meer hinein grössere und kleinere Inseln vorgelagert.

Von der Mündung der Pernau an ändert sich der Charakter des Strandes, Sand wird das vorherrschende Material, aus dem er sich aufbaut. Wo die Ablagerungen von Sand mächtig genug sind, türmt dieser sich landeinwärts zu Dünenzügen auf, die — oft in mehreren Reihen der Küstenlinie parallel laufend — sich mehr oder weniger weit landeinwärts verfolgen lassen. Die höchsten Dünen dieser Gegend soll es zwischen Tackerort und Gutmansbach (E 3) südlich von Pernau geben. Bei Salis treten zwischen den Dünen auch wieder Strandwiesen dicht ans Meer heran und von hier an bis Kemmern finden wir einen bunten Wechsel verschiedener Küstenformen. Wo grössere Bäche ein reiches Abschlämmungsmaterial der See zuführen, spült diese den Sand ans Ufer zurück und es entstehen Dünen. So zum Beispiel an der Mündung des Heiligen Baches (Swehtuppe), Wetter- und Kurlingbaches, der Adje, des Peterbaches, namentlich aber im Mündungsgebiete der grossen Ströme, von der livländischen bis zur kurischen Aa. Hier finden sich nördlich von Lilast, südlich von Zarnikau, bei Magnushof, Bolderaa und Bullen die grössten und ausgedehntesten Dünen Livlands (vergl. Abb. 20 auf Taf. XIV).

Zwischen diesen Dünengebieten finden wir, südwärts fast bis zur Adjemündung, stellenweise eine ebene, aus ertragfähigem

Boden gebildete und oft mit Feldern bestellte Küstenterrasse, die an den Strand herantritt und hier in einem zwar nicht hohen, aber steilen Abhang zum Meere hin abfällt. Die Böschung des Abhanges besteht aus mehr oder weniger sandhaltigem Lehm und weist hie und da kleine Quellen auf. In Nord-Deutschland wo ähnliche Küstenbildungen, stellenweise in viel grossartigerer Ausbildung, vorkommen, nennt man sie „Kliff", dieselbe Bezeichnung wollen auch wir anwenden.

An anderen Orten, wie zum Beispiel beim Landhause Nordeck oder beim Bauerhofe Kurme zwischen Pernigel und Kürbis, tritt ein niedriges Sandstein-Felsenufer auf, das senkrechte, teils unterwaschene, teils von oben her überschüttete Steilmauern erkennen lässt (Taf. IX Abb. 11).

Die Steilufer — seien sie nun kliffartig oder felsig — umrahmt längs dem Wasserrande gewöhnlich ein Kranz von Steinblöcken.

Weiter landeinwärts herrscht — wie aus unserer Vegetationskarte zu ersehen ist — Wald vor. Je nach der Bodenbeschaffenheit finden wir sandige, verheidende Kiefernwälder und krüppelige Moorwälder, solche namentlich in der innersten Bucht des Rigaschen Meerbusens, frische Mengwaldungen oder feuchte Laubgehölze. Menschliche Niederlassungen und bebautes Land häufen sich längs den Flussniederungen, wo sowohl die Bodenverhältnisse, als auch die Zu- und Abfuhr des Wassers günstiger sind.

Fellinsche Wasserscheide.

Das Flusgebiet der Pernau ist mit dem des Embachs durch eine Niederung verbunden, die von je einem Nebenflusse dieser beiden Ströme, nämlich südwestwärts von der Nawast, südostwärts von der Pahle durchströmt wird. Die Wasserscheide zwischen diesen beiden Gewässern verläuft hier fast unmerklich durch Sümpfe. Unter dem Nordrande dieser Niederung verliert sich ganz allmählich die sanfte Südabdachung der estländischen Erhebung, an ihrem Südrande aber steigt die Fellinsche Wasserscheide ziemlich steil empor. Diese wird im übrigen durch die Pernausche Niederung und die weit erstreckten Senkungsgebiete des Burtneksees nebst Salis und Sedde, sowie des Wirzjärws nebst Embach und Pahle begrenzt. Das Erhebungsgebiet von mehr als 60 Metern füllt hier ungefähr die Figur eines gleichseitigen Dreiecks aus, dem — durch das breite Tal des Fellinschen Sees (46 Meter Meereshöhe, Taf. XVIII Abb. 28) und seiner beiderseitigen Abflüsse getrennt — im Norden noch ein

kleines, unregelmässig geformtes Stück vorgelagert ist. Die höchsten Gipfel erheben sich ein wenig über das Niveau von 120 Metern und liegen in einer nord-südlichen Längslinie bei Surgefer, 134 Meter [21], Holstfershof, 124 Meter [22[, Kerstenshof, 134 Meter [23] und Hummelshof, 125 Meter [24].

Das ganze Gebiet trägt ein lebhaft bewegtes landschaftliches Gepräge, regellos lagern Hügel und Täler, diese oft von Seen eingenommen, neben einander, hie und da von einem Flusstal durchschnitten, dessen bedeutende Breite auf ehemaligen weit grösseren Wasserreichtum schliessen lässt. Der treffliche Hügelboden begünstigt den Ackerbau, wiesenreiche Täler die Viehzucht — die wechselvolle vertikale Gliederung des Geländes gewährleistet überall gute Wasserzufuhr und Entwässerung.

Lemsal-Wolmarsche Höhen.

Durch die ebene, stellenweise sumpf- und waldreiche Niederung des Burtneksees (42 Meter) nebst Salis und Sedde von der Felliner Wasserscheide getrennt, liegen die Lemsal-Wolmarschen Höhen. Westwärts verflachen sich diese ganz unmerklich bis zur Strandniederung, südöstlich sind sie durch das bis unter 30 Meter vertiefte Tal der Livländischen Aa abgeschnitten. So bildet sich ein etwa rechtwinklig-dreieckiges Gebiet, das durch die Flussbetten der Liddetz im Norden und der Brasle im Süden unregelmässig zerfetzt erscheint. Ungefähr um den Schwerpunkt dieser Figur erhebt das Gelände sich über 120 Meter, hier liegt der Zehsiskalns (d. h. der Wendensche Berg), 124 Meter [26], auf der Westseite und ihm schräg gegenüber auf der Ostseite des Liddetztales der Blauberg, 129 Meter [25], ein altheidnischer Opferberg.

Ihr besonderes Gepräge erhält die Osthälfte des Lemsal-Wolmarschen Höhengebietes durch parallel geschaarte Reihen in nordwest-südöstlicher Richtung erstreckter Wallhügel, ähnlich denen, die wir bereits in der südöstlichen Fortsetzung der Pantiferschen Höhen nördlich vom Embach kennen gelernt haben.

Südost-Livland.

Wie aus unserer Höhenkarte ersichtlich ist, verläuft längs dem unteren und mittleren Lauf der Livländischen Aa und des Embachs durch ganz Livland in schräger Zickzacklinie eine 60 Meter Höhe nicht erreichende Niederung, die den innersten Winkel des Livländischen Meerbusens mit dem Peipussee und durch Vermittelung der Narowa mit der Narwa-Bucht verbindet. Südöstlich von dieser Linie senkt sich das Land — abgesehen

vom untersten Stromgebiet der Aa und Düna — nirgends mehr unter 60 Meter. Scheiden wir das an Polnisch-Livland angrenzende Gebiet vorläufig aus, so lässt sich sagen, dass der übrig bleibende Teil Südost-Livlands aus einem mehr oder weniger wellig, beziehungsweise kuppig oder hügelig gegliederten Gelände besteht, dem weite Ebenen fehlen, das dagegen durch fruchtbaren Boden, gute Bewässerung und landschaftliche Schönheit zu den bevorzugtesten Gegenden unserer Provinzen gehört.

Um hier noch getrennte Erhebungsgebiete von einander unterscheiden zu können, müssen wir zu einer höheren Niveaulinie greifen; als solche bietet sich passend diejenige von 120 Metern Meereshöhe dar.

Höhen von Odenpä.

Die Höhenlinie von 120 Metern grenzt zunächst südöstlich vom Wirzjärw ein annähernd kreisförmiges Erhebungsgebiet ab, dessen Mittelpunkt ungefähr bei der Kirche von Odenpä gelegen ist. Westlich und östlich vom Heiligen See [XXIII] steigt das Land bis über 180 Meter empor, seine höchsten Punkte sind der Munamägi (d. h. Eiberg) bei Odenpä, etwa 244 Meter [28], der Megaste-Berg, 209 Meter [29], und der Lenard-Hügel, 215 Meter [30]. Der mannigfaltige Wechsel von Berg und Tal, inselreiche Seen und fruchtbarer Boden haben dieser Gegend von alters her den Ruf hoher landschaftlicher Anmut verschafft.

Nach Südwesten, Westen, Norden und Nordosten senkt das Land sich allmählich bis zu den uns schon bekannten Niederungen des Embach, Wirzjärw und Peipus (60—30 Meter), wobei zugleich seine hügelige Beschaffenheit in eine ebene übergeht. Bei Dorpat tritt die 60 Meter hohe Terrasse hart an den Embach heran, die Meereshöhe des sogenannten Domberges bei der Sternwarte beträgt 68, die des Gutes Techelfer 75 Meter; bei Ratshof, 78 Meter, liegen die südlichsten Ausläufer der Pantiferschen Höhen unmittelbar gegenüber. Etwa 13 Kilometer östlich von Dorpat finden wir noch die kleine abgetrennte Grandhügelgruppe der schön bewaldeten Blauen Berge oder des Wooremägi [27], die — bis 94 Meter ansteigend — gleichfalls über das Embachtal hinweg eine Verbindung mit den südöstlichsten Ausläufern der Pantiferschen Höhen herstellt.

Nach Süden hin ist das Odenpäsche Hügelland nicht deutlich begrenzt, wir können aber den Woo-Fluss [6], die Werroschen Seen [XXIV] und das von diesen nur durch eine sumpfige

Niederung getrennte Schwarzbachtal [*C*], das in jenes der Livländischen Aa [*39*] mündet, als natürliche Scheidelinie ansehen.

Ostlivländische Höhen.

Südostwärts von der bezeichneten Scheidelinie steigt das Land, immer in unruhigem Wechsel von Tal und Hügel, rasch auf 120, 180, 240 und mehr Meter an, um im Welamägi, 308 Meter [31], und Munamägi, 324 Meter [32], bei Hahnhof die bedeutendste Höhe unseres ganzen Gebietes zu erreichen[10]). Die Entfernung vom Tamulasee bei Werro, 75 Meter Meereshöhe, bis zum Welamägi beträgt in der Luftlinie nur 12 Kilometer und auf dieser kurzen Strecke erhebt das Land sich um 233 Meter. Das ergibt eine mittlere Steigung von nahezu 2 %.

Die Höhenlinie von 120 Metern beschreibt hier eine breit rhombische, nach Südwesten hin offene Figur, die wir als das Gebiet der Ostlivländischen Höhen bezeichnen wollen[11]). Diesem Gebiet sind drei getrennte Erhebungsbezirke von mehr als 180 Metern Meereshöhe aufgesetzt, nämlich die schon erwähnten Höhen von Hahnhof, die von Oppekaln mit dem 275 Meter hohen Teufelsberge [33] und jene von Marienburg, die unmittelbar südlich vom gleichnamigen See [XXVI], dessen Spiegel 191 Meter hoch gelegen ist, im Pullang-Berge [34] bis 213 Meter emporsteigen.

Die Ostlivländischen Höhen bilden einen Teil der Wasserscheide zwischen dem Peipus und dem Livländischen Meerbusen. Zahllose mehr oder weniger bedeutende Hügel, dazwischen verstreute, meist recht tiefe Seen, muntere Bäche, wohlbestellte Felder und schattige Wälder verleihen dieser Gegend einen hohen landschaftlichen Reiz und wirtschaftliche Bedeutung.

An seiner offenen Südwestecke steht der Rhombus des Ostlivländischen Höhengebietes durch eine etwa je 25 Kilometer lange und breite, 120 Meter überragende Bodenschwelle mit der Südlivländischen Hügellandschaft in Verbindung. Die bedeutendste

---

10) Zum Vergleiche sei erwähnt, dass das höchste menschliche Bauwerk der Welt, der Eiffelturm in Paris, 300 Meter hoch ist. Da sein Fundament etwa 30 Meter über dem Meeresspiegel liegt, hat die äusserste Spitze dieses Turmes ungefähr dieselbe Meereshöhe, wie die Wipfel der Bäume, die jene höchsten Punkte unseres Gebietes krönen. Vergl. die Profiltafel XXVIII im Atlas.

11) Diese Bezeichnung erscheint passender als die früher gebräuchliche „Hahnhofsches Plateau“, da die Gegend keineswegs das Gepräge eines Plateaus trägt und die Benennung „Hahnhofsche Höhen“ wohl besser auf die oben angenommene Bedeutung zu beschränken ist.

Erhebung dieser Verbindungsstrecke ist der 168 Meter hohe Ubbasberg bei Blumenhof [35]. Diese Schwelle stellt zusammen mit den beiden durch sie verbundenen Erhebungsgebieten die Wasserscheide zwischen Woo, Embach und Livländischer Aa einerseits, Welikaja, Ewst und Düna andrerseits dar.

Südlivländische Höhen.

Die Südlivländischen Höhen [12]) nehmen ein unregelmässig viereckiges Gebiet ein, dessen Nordwest- und Nordostseite von dem knieförmig gebogenen Ober- und Mittellauf der Livländischen Aa umschrieben wird, dessen Südostkante an die Ewstniederung grenzt, dessen Südecke durch das tiefe Dünatal scharf abgeschnitten erscheint, während es sich nach Westen hin allmählich in die Strandniederung verliert.

In Bezug auf landschaftliches Gepräge, Bodenbeschaffenheit und Bebauung ist dieses Hügelland dem der Ostlivländischen Höhen ganz ähnlich, übertrifft dieses aber an Grösse mehr als zweimal. Auf der breiten Unterlage der 60-Meter-Terrasse steigt das Gelände in unregelmässig geformten Figuren auf 120 und 180 Meter Meereshöhe an, mehrere getrennte, grössere und kleinere Bezirke erheben sich über 240 Meter und diese sind von folgenden höchsten Gipfeln gekrönt: Slapiumkalns [36], 250 Meter; Bregschde-Berg [37], 259 Meter; Elkaskalns [38], 263 Meter; Kleetes-Berg [39], 274 Meter; Nessaule-Berg [40], 287 Meter; Zische-Berg [41], 246 Meter; Lemje-Berg [42], 264 Meter; Gaisingkalns [43], 314 Meter, zweithöchster Berg des gesamten Ostbaltischen Gebiets; Bakenberg [44], 280 Meter; Spire-Berg [45], 266 Meter; Sestu-Berg [46], 219 Meter. Angeblich sollen das an den Quellen der Tirse befindliche Gut Grothusenhof (265 Meter) und ein auf dem Kleetesberg erbauter Bauerhof (274 Meter) die höchstgelegenen menschlichen Wohnungen unseres ganzen Gebietes sein.

An der Südwestgrenze der südlivländischen Erhebung finden wir drei Höhenzüge, die, von den Orten Allasch, Sunzel und Ringmundshof ausgehend, alle drei in der Richtung zur Dünamündung hin verlaufen. Es sind der Kleine [47], Grosse [48] und Oger-Kanger [49]. Sie stellen lange, schmale und hohe Grandrücken dar, die in geradliniger oder leicht gewundener Richtung, hie und da sich verzweigend, stellenweise in ein Gewirr einzelner Hügel

12) Diese Bezeichnung wäre an Stelle der alten „Aa-Plateau“ einzuführen, weil dieses Gebiet kein Plateau ist und weil die (Livl.) Aa weder allein, noch auch mit allen ihren Nebenflüssen hier entspringt.

aufgelöst, meist aber wallartig dahin ziehend, um so mehr auffallen, als sie einem völlig ebenen oder nur ganz flachwelligen, moorigen oder sandigen Niederungsgelände aufgelagert sind. Wenn man einige abgetrennte Streustücke hinzurechnet, beträgt die Länge des Kleinen Kangers etwa 7, des Grossen 28 und des Ogerkangers fast 25 Kilometer, ihre Höhe über dem Meeresspiegel beim ersten bis 90, beim zweiten bis 78 und beim dritten bis 73 Meter. Über die umgebende Ebene erhebt sich der Kleine Kanger bis zu 20, der Grosse bis zu 27 und der Oger-Kanger, in der höchsten Kuppe der sogenannten „Ogerberge" am linken Ufer des Unterlaufes der Oger, sogar bis zu 46 Metern. Die Kämme dieser Kiesrücken sind stellweise einige 100 Schritt breit, an anderen Stellen dagegen so schmal, dass gerade nur eine Fahrstrasse darauf Platz hat. Nach der Karte könnten diese Kanger als westlichste Ausläufer der Südlivländischen Hügellandschaft erscheinen, weiterhin werden wir indessen erfahren, dass sie durchaus selbständige, sehr merkwürdige Gebilde sind.

D. Polnisch-Livland

(und die Ewstniederung).

Hügelland von Polnisch-Livland.

Wenn wir nun die Ewst-Niederung, die sich südöstlich an das Südlivländische Höhensystem anlehnt, überspringen, so finden wir in der Hügellandschaft von Polnisch-Livland ein den vorhergehenden sehr ähnliches Gebiet, das sich vor jenen vielleicht nur durch einen noch grösseren Reichtum an kleineren und grösseren Seen auszeichnet. Der allgemeinen, über 60 Meter hohen, ebenen oder flachwelligen Grundfläche ist eine anmutige, lebhaft gegliederte Hügellandschaft aufgelagert, die sich durchweg über 120 Meter erhebt und um den herrlichen Rasno-See als Mittelpunkt in der Form einer unregelmässig rundlichen Figur erstreckt. Einige Bezirke erheben sich über 180 Meter, so namentlich die Antschupanschen Höhen nördlich von Rositten [50] (etwa bis 200 Meter hoch), die Feiman-Okraschen Höhen [51] (etwa bis 210 Meter) und die Umgebung des Rasno-Sees [LVIII], die im prächtigen Wolkenberge [52] bis 230 und in den Tulenhofschen Bergen [53] gar etwa bis 260 Meter ansteigen sollen. Am Südrande dieser Hügellandschaft, der vom Dünatal gebildet wird, finden wir noch einige kleine Erhebungsbezirke über 180 Meter, so namentlich

nördlich von den Ortschaften Kraslau [55] und Balbinowo [54].

Niederung der Ewst.

Der Nordwestrand der polnisch-livländischen sowie der Südostrand der südlivländischen Erhebung fallen ziemlich rasch zur Niederung der Ewst hin ab. Das Gefälle vom Spire-Berg [45] bis zur Einmündung des Aron [*h*] in die Ewst beträgt z. B. auf einer Strecke von 20 Kilometern etwa 200 Meter. An vielen Orten findet man sogar Abhänge, die das Aussehen steiler Ufer haben und aus der Hügellandschaft unvermittelt zur Niederung hinableiten. Von geeigneten Aussichtspunkten am südöstlichen sowie am nordwestlichen dieser Randabhänge schweift der Blick weit in die Ewstniederung, mit dem grossen Lubahnschen See in ihrer Mitte, dahin. Da erkennt man, dass der Rand, an dem man sich befindet zwei, nicht nur durch ihre Höhenlage, sondern auch in Bezug auf Bodenbeschaffenheit, Pflanzenwuchs und Bebauung grundverschiedene Landschaften von einander trennt. Hinter sich hat der Beschauer ein hügelig bewegtes, fruchtbares, gut bebautes und dicht besiedeltes Kulturland, vor seinen Augen erstreckt sich eine schier unabsehbare Ebene, in der nichts als Wald zu unterscheiden ist. Nur von besonders hoch gelegenen Punkten aus kann man den Spiegel des Lubahnschen Sees in der weiten Waldeinöde blinken, oder die gegenüberstehende Hügellandschaft herüberschimmern sehen. Auch die dem Atlas dieses Buches beigefügte Vegetationsskizze lässt den ausserordentlichen Waldreichtum der Ewstniederung erkennen. Der Grund für diesen jäh abweichenden Landschaftscharakter liegt in der Bodenbeschaffenheit. Diese ist in der Ewstniederung völlig eben oder nur ganz flach wellig, sandig oder sumpfig. In den flachen, weitausgedehnten Mulden haben sich ausgedehnte Moore gebildet, an den Ufern der Flüsse und des Lubahnschen Sees finden sich Sumpfwiesen, alles andere ist von Wäldern eingenommen, die zum grösseren Teile sandige Kiefernwälder, zum kleineren feuchte Mengwälder sind. Der unfruchtbare Boden lockt nicht zur Bebauung und darum ist der Urzustand dieser Ebene — von oasenartig zerstreuten Siedelungen abgesehen — bisher durch die menschliche Kultur wenig verändert worden.

Es ist nicht schwer sich an der Hand unserer orohydrographischen Übersichtskarte die mutmassliche Entstehungsgeschichte dieser Niederungsebene zu vergegenwärtigen. Zunächst ist klar, dass das südlivländische Höhensystem ursprünglich an

seinem Südrande mit dem gleich zu besprechenden oberkurischen im Zusammenhang gestanden hat und dass die Düna sich nur langsam ihr gegenwärtiges Bett durch diese Höhenschwelle hat ausarbeiten können. Ehe dieses geschehen war, mussten all die vielen Gewässer, die in der Senkung zwischen dem süd- und polnisch-livländischen Höhensystem zusammenliefen, sich in dieser stauen. So musste ein See entstehen, der den Peipus an Grösse bedeutend übertraf und dessen Oberfläche so lange stieg, bis sie den Höhenriegel bei Selburg überflutete und von nun an in dem Masse wieder sank, in welchem ihr Abfluss, die untere Düna, im Laufe ungezählter Jahrtausende sein Bett vertiefte. Der Lubahnsche See ist als letzter Rest jenes grossen Wasserbeckens aufzufassen. Der Boden dieses Stausees musste durch die zumeist aus Sand bestehenden Ablagerungen seiner zahlreichen und zum Teil recht bedeutenden Zuflüsse ausgeebnet werden und so blieb nach dem Ablaufen des Sees die heutige Tiefebene zurück.

E. Ober-Kurland und Nordost-Litauen.

Oberkurische Höhen.

Die Oberkurischen Höhen, zu denen wir, die Düna überschreitend, nunmehr gelangen, sind offenbar erst nachträglich durch das Dünatal von den südlivländischen und polnisch-livländischen abgetrennt worden. Sie und ihre südliche Fortsetzung, die Höhen des Nowo-Alexandrowskschen Kreises im Kownoschen Gouvernement, tragen nach Beschaffenheit und landschaftlichem Aussehen einen ähnlichen Charakter, wie die bereits erwähnten. Besonders gross ist im südlichen Teile dieses Gebietes der Reichtum an Seen, deren vielfach sehr unregelmässige Form dem regellosen Wechsel von Hügeln und Tälern entspricht. Am linken Ufer der Düna, von Dünaburg bis gegen Selburg, erstreckt sich noch ein ziemlich ebenes, vielfach versumpftes Terrain, das einen der Ewstniederung ähnlichen Charakter trägt, auf dieselbe Weise entstanden sein dürfte, wie diese, und darum wohl noch als ihre Fortsetzung aufzufassen ist.

Der über 120 Meter Meereshöhe hinausreichende Teil des oberkurisch-ostlitauischen Hügellandes hat im Umriss ungefähr die Form eines Dreiecks, dessen breite Grundlinie nach Süden gewandt ist, während seine schmal verjüngte Spitze die Düna bei Selburg berührt. Im allgemeinen erhebt sich das Land mehr und mehr in der Richtung nach Süden; hier finden sich auch zerstreute und regellos geformte Bezirke, die 180 Meter Meeres-

höhe überschreiten. Unmittelbar gegenüber der Ewstmündung, von der Düna in scharfem Bogen umflossen und ihren Spiegel um rund 100 Meter überragend, erhebt sich der Tabor-Berg (159 Meter) [77], weiter westwärts der Grebleberg (137 Meter) [78], dem die Düna in einem zweiten Bogen ausweichen muss. Südwärts schliesst sich durch Vermittelung des Silberberges bei Selburg [76] eine den Pixternschen See [IL] umgebende Gruppe von Hügeln an, unter denen der Arbidan (131 Meter) [75], der Blauberg[13]) [74], ein ehemaliger Burgberg (Pilskalns) [73] und der Sperjahn [72] erwähnenswert sind. Von diesen durch die Senkung des Weessitsees [L] und gleichnamigen Baches getrennt, steigt südwärts eine weitere Hügelgruppe im Ohrmann-Berge [71] am Ost-Ende des Saukenschen Sees [LI] bis auf 167 Meter an. Die höchsten Punkte des östlichen Zipfels von Kurland liegen bei Swenten [58] (182 Meter), Tabor[14]) im Egyptenschen Kirchspiele [60] (191 Meter), Kriwenischek [59] (183 Meter), Bächhof [57] (182 Meter) und Skrudelino [56] (192 Meter).

Ostlitauische Höhen.

Jenseits der kurischen Grenze liegen die Gipfel bei Aukschtakalni [61] (196 Meter), Mashwili [62] (204 Meter), Naruny [63] (193 Meter), Dawgeli [64] (214 Meter) und weiter westwärts bei Mikjany [65] (190 Meter), Milonischki [66] (193 Meter), Stworshanzy [67] (199 Meter). Südlicher, schon ausserhalb des Gebietes unserer Karte, hält das Land sich noch eine kurze Strecke weit auf annähernd gleicher Höhe und senkt sich dann ein wenig, um darnach in der Umgebung Wilnas zu noch bedeutenderer Höhe anzusteigen.

Westwärts finden wir, durch das Tal der Swenta [A] abgetrennt, die Höhengruppe von Ponewesh, die sich bei Andronischki [68] auf 162 und bei Schimanzy [69] auf 169 Meter erhebt. Nördlich davon begegnen wir an der kurisch-litauischen Grenze noch dem seine Umgebung überragenden Pilkaln bei Nerft [70] (106 Meter). Weiter westlich senkt das Land sich allmählich bis zu den unter 60 Meter liegenden Nie-

---

13) Eine in unserem Gebiete oft wiederkehrende Benennung, vergl. die Nummern 15, 25, 27, 74 und 96 des nachfolgenden Höhenverzeichnisses.

14) Gleichfalls eine in Kurland sich mehrfach wiederholende Benennung, vergl. den Berg № 77. Dieses Tabor ist mit dem grösseren, weiter ostwärts im Ellernschen Kirchspiele belegenen Rittergute gleichen Namens nicht zu verwechseln.

derungen der zur preussischen Memel strömenden Nawese [*B*], der Muhs und kurischen Memel, sowie der Riga-Mitauer Tiefebene. In diese hinein erstreckt sich als westlichster Fortsatz des oberkurischen Höhensystems eine niedrige Bodenschwelle, die die Wässer der Düna von denen der kurischen Aa scheidet und in den Haselnussbergen (lett. Lasde- oder Smugaulukalni, 80 m) [79] nördlich, sowie im Morrissonberge (lett. Zeplit- oder Kikerkalns, 53 m) [80] südlich von Baldohn seine Endpunkte findet.

F. Samaiten.

Samaitensches Hügelland.

Durch die tiefe Senkung der Nawese [*B*] und Lawenna [*d*] von der ostlitauischen Landerhebung abgetrennt liegt das westlitauische oder — wie wir es nach einer früheren Bezeichnung dieses Landstriches nennen wollen — das Samaitensche Hügelland. Es ruht auf einer breiten Grundlage von 60 Meten Meereshöhe und wird seinerseits durch den Einschnitt der oberen Windau und der Dobese in einen kleineren östlichen und einen grösseren westlichen Teil zerlegt, die sich beide auf beträchtlichen Flächen über 120, in einigen zerstreuten Punkten auch über 180 Meter erheben. Den östlichen Teil können wir die Schaulenschen, den westlichen die Telschenschen Höhen nennen. Beide zusammen bilden die Wasserscheide zwischen den grössten Flussgebieten Kurlands, Kurische Aa, Windau, Bartau einerseits und den Zuflüssen des Kurischen Haffs Dange, Minge, Memel andererseits. Im Norden wird das Samaitensche Hügelland durch eine geschwungene Linie begrenzt, die von Osten nach Westen erst der Muhs folgt, dann in deren Verlängerung sich bis an die Waddax fortsetzt und von hier an der Südgrenze Kurlands folgt. Die Westgrenze fällt ungefähr mit der preussisch-litauischen Landesgrenze zusammen. Die Südgrenze liegt im Senkungsgebiet der preussisch-litauischen Memel, nicht weit ausserhalb des unteren Randes unserer Karte.

Landschaftscharakter und Bodenbeschaffenheit sind auch hier denen der früher beschriebenen Hügellandschaften ähnlich. Auch hier finden wir eine unregelmässig gewellte Bodenoberfläche, stellenweise ein regelloses Gewirr höherer und niederer rundkuppiger Hügel mit dazwischen liegenden, bald flacheren, bald tieferen Talsenkungen; die letzteren sind gewöhnlich von Seen eingenommen. Der fruchtbare Boden hat von alters her eine

dichte Besiedelung und eine lebhafte Feldkultur hervorgerufen, so dass von den ehemaligen ausgedehnten Wäldern hier gegenwärtig nur noch geringe Spuren zu finden sind (vergl. die Vegetationskarte im Atlas dieses Buches).

Die bedeutensten Erhebungen sind: Unter den Schaulenschen Höhen diejenigen von Schawliane [81] (190 Meter) und Poschawsche [82] (213 Meter), zwischen denen sich ein ziemlich tiefes, von einem Grassumpf eingenommenes Tal befindet. Unter den Telschenschen Höhen die Kelmysche [83] (195 Meter); eine östlich und eine südwestlich von Kroshe bis je 193 Meter ansteigende [84 und 85], zwischen denen die Kroshenta [*a*], ein Nebenfluss der schon früher erwähnten Dobese, hindurchströmt; ferner die Gipfel bei Twery [86] (210 Meter), Lukniki [87] (226 Meter), Jeiditanzy [88] (197 Meter), und einige andere. Hart an der Nordgrenze dieses Erhebungsgebietes liegt, den Übergang zur Westkurischen Wasserscheide vermittelnd, die 142 Meter erreichende Höhe von Petraizy [89].

Nach Osten, Süden und Westen senkt das Samaitensche Hügelland sich nach und nach bis unter 60 Meter Meereshöhe, nach Norden hin aber steht es über die Flusstäler der Waddax [*D*] und der Losche [*F*], eines rechten und eines linken Nebenflusses der Windau, hinweg durch eine breite, 60 Meter überragende Bodenschwelle mit den Hügellandschaften Unterkurlands in unmittelbarer Verbindung.

G. Unter-Kurland

(und Samaiten nördlich der Muhs).

Als Ganzes betrachtet, stellt sich das Unterkurische Hügelland als eine einheitliche Fortsetzung des Samaitenschen dar, durch die tiefen Flusstäler der Windau und Abau ist es aber in drei Teile zerschnitten, die wir getrennt betrachten wollen.

Westkurische Wasserscheide.

Die Westkurische Wasserscheide zieht, an der schon erwähnten Höhe von Petraizy [89] beginnend, längs dem linker Windauufer nach Norden bis zu dem Knie, das der genannte Fluss gleich unterhalb der Abaumündung bildet. Der Rücken dieser langgestreckten Erhebung — soweit bei ihrem unregelmässig gewellten Bau von einem solchen die Rede sein kann — zieht in der unbedeutenden Entfernung von 5 bis 10 Kilometern parallel der Windau dahin. Der Abfall zu diesem

tief eingeschnittenen Flusstale ist verhältnismässig steil, vom Silberberge [92] (140 Meter) zum Windauspiegel beträgt er zum Beispiel auf 5 Kilometer etwa 110 Meter, das macht 2,2 %. Nach Westen zu senkt das Land sich in sanfter Wellenbewegung ganz allmählich bis zur Niveaulinie von 30 Metern, darauf folgt meist eine stärkere Neigung, die zum Beispiel zwischen Kapsehden und Wirginalen [93] (37 Meter) als steiler Abhang erscheint. Wir werden auf diesen noch mehrmals zurückkommen müssen. Infolge dieser Neigungsverhältnisse sind die nach Osten, zur Windau, abströmenden Bäche kurz und schnellfliessend, während die westwärts dem Meere zuströmenden Gewässer länger und träger sind.

Ausser dem schon genannten Silberberge bei Wardupen sind auf der westkurischen Wasserscheide noch zu erwähnen: der Missingberg bei Hasenpot [91] (106 Meter), nahe dem westlichen Abdachungsrande und darum trotz seiner geringen Höhe recht auffallend, und der Kreewukalns (d. h. Russenberg) [90] bei Amboten, der vielfach, jedoch mit Unrecht, für den höchsten Berg Kurlands gehalten wird. Seine Höhe beträgt nach den vorhandenen Angaben 190 Meter, wird also von mehreren Gipfeln des oberkurischen Hügellandes [56, 60], namentlich aber von dem weiterhin zu nennenden Kirmhofschen Gipfel in Mittelkurland [101] übertroffen. Immerhin gehört die Umgegend Ambotens zu den bedeutendsten Erhebungen Kurlands und erscheint, namentlich infolge ausgedehnter Fernsichten, besonders hoch, weil sie eng begrenzt ist und sich rund herum ziemlich schnell und tief herabsenkt.

Mittelkurische Höhen.

Der westkurischen Wasserscheide gegenüber erstreckt sich längs dem rechten Windauufer das Mittelkurische Höhensystem. Im Norden wird es vom Abautal, im Osten von der Mitauschen Tiefebene begrenzt. Im Süden steht es durch den Sockel von 60 Metern mit den Schaulenschen Höhen in Verbindung. Während es nach Osten sowie nach Nordwesten hin allmählich bis unter dieses Niveau abfällt, wird seine südwestliche und seine nördliche Scheidelinie durch schmale, steil abgeböschte Flusstäler gebildet. Ziemlich in der Mitte des so begrenzten Gebietes erhebt sich eine unregelmässig viereckige, vom Tale des Zezernflusses [*L*] fast ganz in zwei Teile zerschnittene Figur über 120 Meter und diese gipfelt an ihren vier Ecken im Santenschen Berge [100] (156 Meter), im Kirmhofschen Gipfel [101]

(200 Meter), in der Höhe bei Slaktern [102] (150 Meter) und in den beiden Dobelsbergen [103] (154 Meter).

Dieses Hügelland bildet zusammen mit den Schaulenschen Höhen die Wasserscheide zwischen der Windau und der Kurischen Aa. Über ihren landschaftlichen Charakter lässt sich nichts sagen, was von der Beschreibung der vorhergehenden Erhebungsgebiete wesentlich abwiche. Die flache Senkung im Winkel der Windau und Abau wird von ausgedehnten Waldungen eingenommen (vergl.: die Vegetationskarte im Atlas), der übrige Teil ist recht dicht besiedelt und zeigt den uns schon bekannten anmutigen Wechsel von Berg und Tal, Fluss und See, Wald und Feld.

Nordkurische Wasserscheide.

Als äusserste Fortsetzung der samaiten-kurischen Landerhebung finden wir nordöstlich von den schmalen Tälern der Windau und Abau die Nordkurische Wasserscheide. Ihr Umriss schmiegt sich im allgemeinen der dreieckigen Form der kurischen Halbinsel an, von Nordwesten her bilden aber die Niederungen der Anger [*A*] und der Stende [*B*], Quellflüsse der Irbe [*46*], tiefe Einschnitte. Nach Südosten hin steht diese Erhebung durch eine schmale Bodenschwelle von mehr als 70 Metern Meereshöhe, die als Wasserscheide zwischen Aa und Abau dient, mit dem mittelkurischen Höhensystem in Verbindung.

An der östlichsten Ecke springt der 112 Meter hohe Hüningsberg [99] weit gegen die Küste des Rigaschen Meerbusens vor, bei Zehren ist ein 106 Meter hoher Punkt festgestellt worden [98], in der Umgebung Talsens aber erhebt sich das Land über 120 Meter und erreicht im Krebukalns [97] mit 175 Metern seinen höchsten Gipfel. Nach einer Senkung im Quellgebiet der Roje [*45*] und Stende [*B*] beginnt das Gelände wieder ganz unmerklich anzusteigen, bis es im Plateau der sogenannten Blauen Berge [96] bei Schlieterhof nördlich von Dondangen die Höhe von 85 Metern über dem Meere erreicht und in einem jähen Absturz zur flachen Strandniederung abfällt. Dieser Abhang zieht in der Form eines Winkels parallel der Nordost- und Nordwestküste der kurischen Halbinsel im ganzen etwa 25 Kilometer weit dahin und weist hie und da entblösste Sandsteinfelsen mit Steilwänden und Grotten auf. Ein ähnlicher, jedoch kürzerer, weniger hoher und nicht felsiger, nach Westen gerichteter Abhang [95] findet sich beim Bauerhofe Jaunarai östlich vom Pusenschen See am Endpunkte eines die Flüsse Anger und Stende trennenden schmalen Fortsatzes der nordkurischen Höhen.

Auch diese Hügellandschaft ist den bisher beschriebenen ähnlich, ausgezeichnet ist sie durch zahlreiche herrliche Aussichtspunkte, unter denen der sogenannte „Weisse Turm“ auf den Blauen Bergen bei Schlieterhof, ein altes Seezeichen, besonders hervorragt. Über die Wipfel hundertjähriger Strandwälder hinweg sieht man von hier aus das blaue Meer, die auf ihm dahinziehenden Schiffe und am äussersten Rande des Gesichtskreises die bewaldeten Anhöhen, sowie den Swalferortschen Leuchtturm auf der Halbinsel Sworbe. Auch der Hüningsberg und mehrere Kuppen in seiner Umgebung sowie die Talsenschen Höhen sind als Aussichtspunkte mit Recht berühmt.

Unter den regellos verstreuten Hügelkuppen fällt der sogenannte Galgenberg bei Tuckum, auf dem gegenwärtig die Begräbnisplätze der genannten Stadt liegen, sehr in die Augen: Dem sanft gewellten Gelände ist er wie ein hoher und schmaler Damm aufgesetzt, der, nach Westen zu durch Unterbrechung in eine Kette einzelner Wallhügel zerlegt, sich mehrere Kilometer weit in ost-westlicher Richtung verfolgen lässt. An seinem, zur Gewinnung von Wegebaumaterial abgegrabenen Ostende erkennt man, dass er durchweg aus geschichtetem Grand besteht. Dem aufmerksamen Beobachter muss die Ähnlichkeit dieses Grandrückens mit den Kangern, die wir in der Südostecke Livlands gefunden haben, sofort auffallen, in der Tat ist es ein ganz gleichartiges Gebilde, dessen Natur wir später kennen lernen werden.

Kurisch-litauische Endmoräne.

Mit den Dobelsbergen an der Südostecke des mittelkurischen Höhensystems beginnend, zieht ein das Niveau von 120 Metern überragender Hügelzug in kurzem Halbbogen südlich vom Auzer See [XLVIII] dahin. An seinen Endpunkt lehnt sich ein zweiter Hügelzug, der in südwärts geschwungenem Bogen, nur durch die Aazuflüsse Schwedte [*K*] und Muhs [*A*] unterbrochen, bis in den scharfen Winkel verläuft, den die kurische Memel [*B*] mit ihrem linken Nebenflusse Apste [*C*] bildet. Dieser gewaltige Hügelrücken, dessen Spannweite mehr als einhundert Kilometer beträgt, fällt um so mehr auf, als er einem völlig ebenen, kaum merklich von Süden nach Norden abfallenden Terrain aufgelagert ist. Nach Norden zu dacht der Rücken sich ganz sanft ab, nach Süden hin aber weist er wallartig steile Böschungen auf. Sein westliches Ende liegt mehr als 120 Meter hoch, nach Osten zu senkt er sich allmählich bis unter 60 Meter. Seine höchsten Punkte liegen bei Tarbuze [104] (122 Meter), Darge [105]

(100 Meter) und Linkau (Linkowo) [106] (84 Meter), sie erscheinen um so bedeutender, als sie sich unvermittelt aus einem die Höhe von 60 Metern nicht oder nur wenig überschreitenden Flachlande erheben. Wir bezeichnen diesen merkwürdigen Hügelrücken als Kurisch-litauische Endmoräne und behalten uns vor, diese Benennung später zu erläutern und zu begründen.

Einen auffallenden Einfluss hat die Kurisch-litauische Endmoräne auf den Verlauf der Flüsse. Alle südlich von ihr entspringenden Nebenflüsse der Muhs und Memel strömen, dem gegebenen sanften Gefälle des Landes folgend, eine Strecke weit in der Richtung auf einen gemeinsamen Punkt, der ungefähr in der Nähe des Morrissonberges bei Baldohn [80] zu suchen wäre. Durch den vorgelagerten Moränenzug werden sie indessen aus ihrer Stromrichtung jäh abgelenkt und gezwungen, eine längere oder kürzere Strecke an dessen Südabhang entlang zu fliessen, bis sie ein Durchbruchstor finden. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als die zahlreichen Flüsschen nördlich von der Moräne wiederum einen ähnlichen, strahlenförmig zusammenstrebenden Verlauf erkennen lassen.

Zusammengesetzt ist die Moräne aus einem regellosen Gemenge von Lehm, Sand, Grand, Geröll und losen Steinen.

Riga-Mitausche Tiefebene.

Das ganze weite Gebiet, das vom östlichen Rande des unterkurischen Hügellandes, vom weiten Bogen der kurisch-litauischen Endmoräne, von den westlichsten Ausläufern des oberkurischen und des südlivländischen Höhensystems und von den Dünenzügen des innersten Winkels der Rigaschen Meeresbucht umkreist wird, stellt ein zusammenhängendes, ausserordentlich ebenes Flachland dar, das an seinen östlichen, südlichen und westlichen Rändern allmählich bis über 30 Meter Höhe ansteigt. Wir nennen es als Ganzes die Riga-Mitausche Tiefebene.

Wenn wir — etwa auf einer Eisenbahnfahrt von der Station Hintzenberg bei Wangasch über Riga und Mitau bis nach Autz (siehe die politische Karte im Atlas unseres Buches) — diese weite Ebene durchqueren, so fällt uns ein bedeutender Unterschied zwischen ihrer nördlichen und ihrer südlichen Hälfte auf: Gleich südlich von Hintzenberg beginnen dürre Kiefernwälder, die in eintönigem Wechsel mit ausgedehnten Heiden und Mooren mehr als 25 Kilometer weit die Bahnlinie begleiten; kaum eine menschliche Niederlassung, kaum ein Stückchen urbares Land unterbricht diese Waldeseinöde; man könnte meinen, sich eher dem

äussersten Endpunkte menschlicher Niederlassungen, als einer grossen Handels- und Industriestadt zu nähern. Bald nach Überschreitung des Verbindungsflüsschens zwischen Jägel- und Stintsee [XXV u. XXIV] lichtet sich zwar der Wald, die Türme und Fabrikschornsteine Rigas erscheinen, wir passieren eine Grossstadt mit all ihrem hastenden Getriebe, einen Welthafen, aber kaum eine Meile weiter umfängt uns von neuem schier unabsehbares Moor und Heide und eintöniger Kiefernwald. Bei der Station Olai an der liv-kurländischen Grenze durcheilen wir eine grössere Fläche Kulturlandes, worauf wir zum dritten Male in ausgedehnte Waldungen gelangen. Diese unterscheiden sich aber auffallend von den bisher gesehenen. Statt der genügsamen Kiefer herrscht die anspruchsvollere Fichte vor, auch Espen und Birken sind ihr reichlich beigemengt. In den Niederungen dehnen sich nicht eintönige Moosmoore, sondern Grassümpfe aus, hie und da öffnet sich den Blicken ein wiesenreiches Bachtal. Kurz vor Mitau bleibt dieser schöne Wald zurück, wir überqueren die Aa, streifen Kurlands beschauliche Hauptstadt und gelangen nun in die südliche Hälfte der Tiefebene. Welch anderes Bild umgibt uns hier. Zwar ist der Boden immer noch eben, wie eine Tischplatte, aber soweit der Blick reicht trifft er nichts als wogende Kornfelder oder fruchtbare Ackerflächen. Die kaum merklichen Talsenkungen der Bäche und Flüsse sind, soweit sie vom Frühlingshochwasser überschwemmt werden können und sich somit zum Ackerbau nicht eignen, zu ergiebigen Heuschlägen hergerichtet; je mehrere Gehöfte zugleich umfasst überall unser Blick. Erst bei Apgulden, 20 Kilometer von Mitau, begegnen uns die ersten kleinen Wäldchen; es sind Laubholzhaine, die aus Birken, Espen und Eschen gebildet werden. Weiterhin werden sie, namentlich nördlich von der Bahnlinie, häufiger, treten zu grösseren Gehölzen zusammen, die bald die trockenen Kuppen, bald die feuchten Senkungen des von nun an sanft gewellten Terrains einnehmen. Bei der Station Behnen erblicken wir die ersten grösseren Hügel — die Riga-Mitausche Tiefebene liegt hinter uns.

Zwischen diesen Gegensätzen bewegen sich die Landschaftsbilder auf der ganzen Niederung. Wenn wir vom Kanjersee [XXXVII] an der Küste des Livländischen Meerbusens über das Knie der Kurischen Aa bei Mitau nach Eckau einen Bogen schlagen, so liegen nördlich von dieser Linie fast ununterbrochene Wälder, Moore und Heiden, südlich von ihr zusammenhängende Ackerflächen und Kulturwiesen (vergl. die Vegetationskarte im

Atlas dieses Buches). Wir können diese Teile als Rigasche und als Mitausche Ebene von einander trennen. Ihr auffallender landschaftlicher und wirtschaftlicher Unterschied beruht auf ihrer Bodenbeschaffenheit: im Rigaschen Teile finden wir — von den Überschwemmungsgebieten der Flüsse abgesehen — nur unfruchtbaren Sandboden, der dem Ackerbau die grössten Schwierigkeiten entgegensetzt, dagegen aber der Verheidung und Vermoorung grossen Vorschub leistet; die Mitausche Ebene dagegen wird ihres fruchtbaren Ackerbodens wegen mit Recht die Kornkammer Kurlands genannt. Stellenweise geht dieser Boden in reinen Ton über, der eine schwunghafte Ziegelindustrie hervorgerufen hat. Bemerkenswert ist noch, dass die grösseren oder kleineren Steinblöcke, die über den Boden unseres ostbaltischen Gebietes fast überall bald mehr, bald weniger dicht verstreut sind, in der ganzen Riga-Mitauschen Tiefebene völlig fehlen.

Nähere Untersuchungen lehren, dass die Tone der Mitauschen Ebene regelmässig wagerecht geschichtet sind und oft mit Sandschichten abwechseln. Aus dieser Lagerung, sowie aus Beimengungen gewisser Tier- und Pflanzenreste lässt sich mit Sicherheit erkennen, dass die ganze Mitausche Tiefebene ehedem der Boden eines grossen Süsswasserbeckens gewesen ist, dem ansehnliche Zuflüsse reichliche Mengen von Sand und Schlamm zuführten, welche sich nach und nach am Grunde des Sees abgelagert haben. Merkwürdig ist, dass ähnliche Ablagerungen sich auch auf einem wesentlich höheren Terrain südlich von der Kurisch-litauischen Endmoräne wiederfinden. Die Erklärung dieser Erscheinung kann erst später geboten werden.

Auf einem Gelände, wie die Mitausche Tiefebene, deren völlige Ebenheit und sehr geringes Gefälle auch an den zahlreichen, sie fast geradlinig und parallel durchströmenden Flüsschen ersichtlich ist, muss auch die geringste Bodenerhebung auffallen. Eine solche ist unter wenigen anderen der sogenannte Rullehügel, etwa 6 Kilometer südlich von Mitau an der Landstrasse nach Swehthof. Dieser stellt in seiner gegenwärtigen Gestalt (Abb. 26 auf Taf. XVII) die durch massenhafte Abfuhr von Strassenbaumaterial zerstörte Ruine eines Grand- und Geröllrückens dar, der dem Galgenberge bei Tuckum und den Kangern östlich von Riga (siehe oben) ähnlich war.

Strandniederung

Es erübrigt nur noch, einen Blick auf die Küstengebiete Kurlands zu werfen. Schon aus unserer Karte ist unmittelbar

ersichtlich, dass Steilküsten von der Höhe und Grossartigkeit des estländischen Glints oder der öselschen Panks hier nicht vorkommen; überhaupt gibt es in Kurland nirgends ein felsiges Meeresufer. Dagegen finden wir zwischen den Mündungen der Hasau [*49*] und Sacke [*51*], namentlich bei Labraggen und Felixberg (B 4—5), ein Kliff, dass die an der livländischen Küste erwähnten (siehe Seite 15) an Grossartigkeit bei weitem übertrifft. Wohl bis 20 Meter hoch stürzt eine aus Ton, Lehm und Grand gebildete, hie und da quellige Uferböschung jäh herab. Ihren Fuss bespült die offene Ostsee, fruchtbare Felder reichen so hart an die obere Böschungskante heran, dass bei den hier oft erfolgenden Erdrutschen [15]) auch Stücke dieser Felder in die Tiefe sinken. Stellenweise sind dicht am Uferhang Ziegeleien errichtet, die ihre, aus dem Material des Kliffs selbst verfertigten Backsteine auf besonderen Rutschbahnen unmittelbar in die zur weiteren Beförderung bestimmten Böte hinabgleiten lassen.

An den Eckpunkten der kurischen Küste bei Margrawen, Rojen, Domesnäs, Lüserort u. s. w. kommen Anhäufungen von grossen und kleinen Steinblöcken vor. Sonst stellt ein schmälerer oder breiterer Sandstreifen, der sich landeinwärts zu einer Dünenkette auftürmt, die verbreitetste Küstenform Kurlands dar. Hinter den Dünen findet man meist Wald, der, je nachdem ob der Boden trocken oder feucht ist, als Kiefern- oder Mengwald auftritt; am häufigsten sind dürre Kiefernwälder, die als Charakterformation des grössten Teiles dieser Strandlinie angesehen werden können (vergl. Abb. 41 auf Taf. XXV).

Eigentümlich sind die sogenannten K a n g e r n und W i g g e n oder J o h m e n, die sich fast überall in den sandigen Strandwäldern von der Dünamündung bis Windau finden lassen. Erstere sind flach gewölbte, ein bis 15 Meter hohe Sandrücken, die kilometerweit und meist in mehreren Reihen geschart, der Strandlinie parallel dahinziehen. Sie sind meist mit dürftigem Kiefernwalde bedeckt. Wiggen oder Johmen nennt man die moorig-feuchten, waldlosen, mit Gras bewachsenen Niederungen, die zwischen den Kangerzügen liegen und bei wenigen Metern Breite sich in nahezu geradlinigem Verlauf hunderte von Metern weit verfolgen lassen. Ganz ähnliche Bildungen kommen übri-

15) Diese ereignen sich an solchen Abhängen dann, wenn sich im Boden — etwa durch Frost — Spalten gebildet und mit Quell- oder Sickerwasser gefüllt haben, so dass ihre schräg geneigten Flächen schlüpfrig werden.

gens in geringerer Ausdehnung an den Sandküsten der Nordspitze der Insel Dagö sowie an der Nordwestecke Estlands zwischen Newe und Wichterpal vor.

Zu erwähnen ist noch eine Küstenstrecke beim Papensee [XLV], wo ein altes Torfmoor so unmittelbar an die See heran tritt, dass sein Rand bei Hochwasser von der Brandung getroffen und niedergerissen wird. Ähnliche Verhältnisse werden weiterhin an den Küsten Preussens öfters angetroffen.

Zusammenfassung.

Einen schematischen Überblick über die Oberflächengestaltung unseres Gebietes in der Richtung zweier, auf unserer geologischen Karte (im Atlasse dieses Buches) verzeichneten Linien geben die beiden Profile auf Tafel XXVIII, bei deren Betrachtung nicht ausser Acht zu lassen ist, dass sie 225 mal überhöht sind. Um einen Begriff von den tatsächlichen Höhenverhältnissen zu gewinnen, muss man sich also alle, auf diesen Profilen verzeichneten Höhen 225 mal verringert denken. Zum Vergleiche sind daselbst die Schattenrisse des Eiffelturmes, des höchsten Bauwerkes der Welt, sowie der Olaikirche in Reval und der Petrikirche in Riga, der höchsten Bauten unseres Gebietes, dargestellt. Im vorderen Profile ist auch ein idealer Querschnitt durch die einzelnen Schichten unseres Erdbodens verzeichnet. Indem wir eine genauere Betrachtung dieser Schichten dem zweiten, geologischen Teile dieses Buches vorbehalten, wollen wir uns schon hier genau merken, dass der felsige Untergrund unseres Landes an dessen Höhengliederung fast gar keinen Anteil hat. Seine Oberfläche ist nur kaum merklich gewellt, *alle unsere Hügel oder* — wie sie meist weniger richtig genannt werden — *Berge bestehen aus Schuttmassen*, die dem festen Felsengrunde aufgelagert sind. Wie solches zu Stande gekommen ist, werden wir gleichfalls erst später, nämlich im geologischen Teile verstehen lernen. In diese Schuttmassen hinein, teilweise sogar bis in den Felsengrund, haben unsere Flüsse ihre Betten eingegraben (vergl. z. B. die Einschnitte der Düna, Windau, Abau und anderer auf der Profiltafel). Neben der ursprünglichen Gruppierung unserer Schutthügel sind es diese nachträglich ausgearbeiteten Flusstäler, die uns eine Scheidung und Umgrenzung einzelner Erhebungsgebiete ermöglicht haben.

Verzeichnis der Höhen.

Die Nummern verweisen auf die gleichen der zugehörigen Übersichtskarte.

a. Auf den Ostseeinseln.

Nr.	Höhe	Lage
1.	Abhang bei Mento und Kolz auf der Halbinsel Sworbe, bis 27 m	auf der Insel **Ösel**.
2.	Abhang des sogenannten Wido-Berges, bis etwa 50 m	
3.	Abhang des Kodaramägi (d. h. Radspeichenberg), bis 42 m	
4.	Hohes Ufer bei Tagamois	
5.	Hohes Felsenufer Ninase-Pank (d. i. etwa Felsennase)	
6.	Hohes Felsenufer Pank oder Mustel-Pank, angeblich etwa 30 m	
7.	Der Krater bei Sall	

8. Pank (Felsenufer) zwischen Lötza und Püsinina auf der Insel **Moon**.
9. Andreasberg und Tornimägi (d. i. Turmberg), 69 m, auf der Insel **Dagö**.

b. In Estland und Livland, nördlich vom Embach.

Nr.	Höhe	Gruppe
10.	Der Glint (senkrechtes Felsenufer) bei Packerort, 25 m	**Glint.**
11.	Der Glint von Surop (23 m) bis Tischer	
12.	Der Laksberg (Glintabhang) bei Reval, bis 46 m	
13.	Der Glint bei Wiems	
14.	Höchster Punkt des estländischen Glints bei Ontika, 53 m	

15. Die drei Blauberge bei Waiwara, 84 m
16. Die Höhen von Püchtitz, 95 m

Nr.	Höhe	Gruppe
17.	Kellafer-Berg (Kelaweremägi), 157 m	**Pantifersche Höhen.**
18.	Ebbafer-Berg (Ebaweremägi), 148 m	
19.	Emomägi (d. i. Mutterberg), 168 m	
20.	Laisholm, Gipfel 148 m	

c. In Livland, ausser dem nördlich vom Embach gelegenen Teile.

Nr.	Höhe	Gruppe
21.	Surgeferscher Berg, 134 m	**Fellinsche Wasserscheide.**
22.	Holstfershofscher Berg, 124 m	
23.	Kerstenshofscher Berg, 134 m	
24.	Hummelshofscher Berg, 125 m	

Nr.	Höhe	Gruppe
25.	Blauberg, nordöstlich von Wolmar, 129 m	Lemsal-Wolmarsche Höhen.
26.	Zehsiskalns (d. i. Wendenscher Berg), 124 m	Lemsal-Wolmarsche Höhen.
27.	Blauberg, östlich von Dorpat (Wooremägi, d. i. Berg beim Gehöft Woore), 94 m	
28.	Munamägi (d. i. Eiberg) bei Odenpä, etwa 244 m	Höhen von Odenpä.
29.	Megaste-Berg, 209 m	Höhen von Odenpä.
30.	Lenard-Berg, 215 m	Höhen von Odenpä.
31.	Welamägi (d. i. Bruderberg), 308 m	Ostlivländische Höhen.
32.	Munamägi (d. i. Eiberg) bei Hahnhof, 324 m	Ostlivländische Höhen.
33.	Teufelsberg, 275 m	Ostlivländische Höhen.
34.	Pullang-Berg, 213 m	Ostlivländische Höhen.
35.	Ubbas-Berg, 168 m	
36.	Slapiumkalns (d. i. Feuchtigkeitsberg), 250 m	Südlivländische Höhen.
37.	Bregschde-Berg, 259 m	Südlivländische Höhen.
38.	Elkaskalns (d. i. Götzenberg), 263 m	Südlivländische Höhen.
39.	Kleetes-Berg, 274 m	Südlivländische Höhen.
40.	Nessaule-Berg, 287 m	Südlivländische Höhen.
41.	Zische-Berg, 246 m	Südlivländische Höhen.
42.	Lemje-Berg, 264 m	Südlivländische Höhen.
43.	Gaisingkalns (d. i. Luftberg), 314 m	Südlivländische Höhen.
44.	Bakenberg, 280 m	Südlivländische Höhen.
45.	Spire-Berg, 266 m	Südlivländische Höhen.
46.	Sestu-Berg, 219 m	Südlivländische Höhen.
47.	Kleiner Kanger, bis 90 m	
48.	Grosser Kanger, bis 78 m	
49.	Oger-Kanger, bis 73 m	

d. In Polnisch-Livland.

Nr.	Höhe	Gruppe
50.	Höhen bei Antschupan, nördlich von Rositten, etwa bis 200 m	Höhen von Polnisch-Livland.
51.	Höhen bei Feiman, etwa 210 m	Höhen von Polnisch-Livland.
52.	Wolkenberg, etwa 230 m	Höhen von Polnisch-Livland.
53.	Tulenhofsche Berge, etwa bis 260 m	Höhen von Polnisch-Livland.
54.	Höhen von Balbinowo, über 180 m	Höhen von Polnisch-Livland.
55.	Höhen von Kraslau, über 180 m	Höhen von Polnisch-Livland.

e. In Oberkurland und Nordost-Litauen.

Nr.	Höhe	Gruppe
56.	Höhe von Skrudelino, 192 m	Östlichster Zipfel von Kurland.
57.	Höhe östlich von Bächhof, 182 m	
58.	Höhe westlich vom Swenten-See, 182 m	
59.	Höhe bei Kriwenischek, 183 m	
60.	Höhe bei Tabor, nordwestl. v. Lauzen, 191 m	
61.	Höhe bei Aukschtakalni (d. i. Hohenbergen), 196 m	Höhen von Nowo-Alexandrowsk.
62.	Höhe bei Mashwili, 204 m	
63.	Höhe westlich von Naruny, 193 m	
64.	Höhe südlich von Dawgeli, 214 m	
65.	Höhe nördlich von Mikjany, 190 m	
66.	Höhe bei Milonischki, 193 m	
67.	Höhe östlich von Stworshanzy, 199 m	
68.	Höhe südwestl. v. Andronischki, 162 m	Höhen östlich von Ponewesh.
69.	Höhe nordwestlich von Schimanzy, 169 m	
70.	Höhe Pilkalns bei Nerft, 106 m.	Oberkurische Höhen.
71.	Ohrmann-Berg, 167 m	
72.	Sperjahn-Berg	
73.	Burgberg (Pilskalns)	
74.	Blauberg bei Pixtern	
75.	Arbidan, 131 m	
76.	Silberberg bei Selburg	
77.	Tabor-Berg, 159 m	
78.	Greble-Berg, 137 m	
79.	Smugaulukalns, etwa 80 m	
80.	Zeplitkalns (d. i. Ofenberg) bei Baldohn, etwa 80 m	

f. Im Nordwestlichen Litauen oder Samaiten, ausser dem Teile nördlich der Muhs.

Nr.	Höhe	Gruppe
81.	Höhe nordöstlich von Schawliane, 190 m	Schaulensche Höhen.
82.	Höhe bei Poschawsche, 213 m	
83.	Höhe nördlich von Kelmy, 195 m	Telschensche Höhen.
84.	Höhe östlich von Kroshe, 193 m	
85.	Höhe südwestlich von Kroshe, 193 m	
86.	Höhe nördlich von Twery, 210 m	
87.	Höhe südöstlich von Lukniki, 226 m	
88.	Höhe bei Jeiditanzy, nordwestlich von Telschen, 197 m	
89.	Höhe bei Petraizy, westnordwestlich von Shidiki, 142 m	

g. In Kurland, westlich der Aa, und Samaiten, nördlich der Muhs.

Nr.	Ort	Gruppe
90.	Kreewukalns (d. i. Russenberg) bei Amboten, 190 m	Westkurische Wasserscheide.
91.	Missingberg bei Hasenpoth, 106 m	
92.	Silberberg bei Warduppen, 140 m	
93.	Ehemalige Meeresuferböschung bei Wirginalen, 37 m	
94.	Steilküste zwischen Paulshafen und Sernaten, etwa bis 20 m.	
95.	Höhe bei Jaunarai, westlich vom Pusenschen See.	
96.	Blaue Berge nördlich von Dondangen, ehemalige Meeresuferböschung, 85 m	Nordkurische Wasserscheide.
97.	Krebukalns bei Talsen, 175 m	
98.	Höhe nördlich von Zehren, 106 m	
99.	Hüningsberg, nordöstlich von Tuckum, 112 m	
100.	Santenscher Berg, 156 m	Höhen von Mittelkurland.
101.	Gipfel nordöstlich von Kirmhof, 200 m	
102.	Höhe nordöstlich von Slaktern, 150 m	
103.	Die beiden Dobelsberge, 154 m	
104.	Höhe bei Tarbuze, südwestlich von Shagarren, 122 m	Kurisch-litauische Endmoräne.
105.	Höhe bei Darge, südwestlich von Janischken, 100 m	
106.	Höhe bei Linkau (Linkowo), 84 m	

Abschnitt 3.

Die Binnengewässer.

Von

E. v. Wahl und **K. R. Kupffer.**

Auf der im Atlasse unseres Buches enthaltenen Übersichtskarte der Höhen und Gewässer sind alle bemerkenswerten Seen, Flüsse und Bäche mit möglichster Genauigkeit eingetragen und in leicht übersichtlicher Reihenfolge mit blau gedruckten Nummern und Buchstaben versehen. Dabei bezeichnen römische Zahlen die Seen, schräg gestellte gewöhnliche die Hauptflüsse, grosse Buchstaben die Nebenflüsse erster, kleine die Nebenflüsse zweiter Ordnung und zwar in der Aufeinanderfolge von der Quelle zur Mündung des Flusses, in den sie sich ergiessen. Nebenflüsse höherer Ordnung sind teils durch kleine gestrichelte Buchstaben (z. B. *a′*), teils durch zwei bis drei gleiche, nebeneinander gesetzte kleine Buchstaben gekennzeichnet. In diesem Abschnitte finden sich Verzeichnisse der Seen und Flüsse, die nach den in der Karte angewandten Nummern und Buchstaben angeordnet sind und somit die Möglichkeit bieten, auch diejenigen Benennungen der in der Karte enthaltenen Gewässer festzustellen, die auf dieser nicht ausgeschrieben sind. Die Namen der Seen und Hauptflüsse findet man unter der ihnen entsprechenden Nummer. Um den Namen eines Nebenflusses aufzusuchen, verfolge man ihn — nötigenfalls durch Vermittelung ihn aufnehmender Nebenflüsse niederer Ordnung — bis zu seinem Hauptstrome, merke sich die allen diesen Nebenflüssen zugeordneten Buchstaben, sowie die Nummer des Hauptflusses, und suche im Verzeichnis nach den entsprechenden. So finden wir z. B. für den Abfluss des Marienburger Sees im ostlivländischen Höhensystem und die ihn nach einander aufnehmenden Flüsse die Bezeichnungen ee, e, L und 40; indem wir nach denselben Bezeichnungen — und zwar in entgegengesetzter Reihenfolge — in unserem Verzeichnisse suchen, erfahren wir, dass dieser Abfluss den Namen Alluksne führt.

Da man sich nach der beigegebenen Karte und den zugehörigen Verzeichnissen über die Lage und Zusammengehörigkeit der einzelnen Gewässer leicht unterrichten kann, dürfen wir uns im folgenden Text auf das beschränken, was aus ihnen nicht ersichtlich und doch der Erwähnung wert ist.

A. Die Seen.

Seen der Inseln.

Von den wenigen und kleinen Seen unserer Ostseeinseln sind nur die sogenannten Lachten Ösels bemerkenswert. Ihre Benennung stammt aus dem Estnischen und bezeichnet abgeschnürte Meeresbuchten. Solche Lachten finden sich an vielen Orten rings um die buchtenreichen Küsten Ösels. Besonders bekannt sind die Kleine, Grosse und Padelsche Lacht (I) westlich und die Siksaarsche Lacht nördlich von Arensburg. Namentlich die ersten sind als Fundgruben des berühmten Arensburger Heilschlammes von Bedeutung, der von Böten aus mit langgestielten Kübeln vom Grunde geschöpft und in grossen Tonnen den Badeanstalten der Stadt zugeführt wird.

Landschaftliche Reize bietet der zum Teil von Hügeln begrenzte Järwemetzsche See [II] bei Kergel, während der Koiksche und der Ridamasee [III u. IV] auf Ösel, sowie der Mänamasee [V] auf Dagö, fast rundum von Sümpfen und Mooren umgeben, nur dem Jäger und Naturforscher interessant erscheinen dürften.

Seen Estlands.

Auch Estland besitzt — von dem mit einer kurzen Uferstrecke hergehörigen Peipus abgesehen — keine grösseren Seen. Der grösste von ihnen ist der etwa 5 Kilometer lange und 2 bis 3 Kilometer breite Obere See bei Reval, der die dortige städtische Wasserleitung speist. Sein Name rührt daher, dass er oberhalb der Stadt auf dem Plateau des Glints gelegen ist. Noch näher zum Glintrande liegt der kleinere Harksche See westlich von Reval. Auch der Kahalsee gegenüber der Einbuchtung der Kolkwiek (F 2) und der durch schöne Ufervegetation ausgezeichnete Lodensee [VI] (E 2) liegen auf der Glintterrasse nahe ihrem Abhang.

Peipus.

Der Peipus, einer der grössten Seen Europas, erstreckt sich mit Einschluss seines südlichen Anhängsels, des Pleskauschen Sees, über 135 Kilometer in der Länge und 50 Kilometer im grössten Breitendurchmesser. Die Länge des eigentlichen Peipus beträgt 80, die des Pleskauschen Sees 40 Kilometer bei einer grössten Breite von 20 Kilometern; die beide verbindende Wasserenge ist etwa 25 Kilometer lang und 2—8 Kilometer breit. Der Flächeninhalt soll über 3600 Quadratkilometer (65 Quadrat-

meilen) ausmachen, wovon 780 (14 Quadratmeilen) auf den Pleskauschen See gerechnet werden. Im Verhältnis zu dieser beträchtlichen Grösse ist der Peipus sehr seicht, seine Tiefe soll 15 Meter nicht übersteigen.

Entsprechend seiner Grösse weist der Peipus bei Sturm einen beträchtlichen Wellenschlag und zur Zeit des alljährlichen Zu- und Aufgehens seiner Eisdecke bedeutende Eispressungen auf. Infolgedessen ähneln seine Ufer einem Meeresgestade. Das Nordwestufer ist teils sandig, teils steinig, an der Embachmündung und weiter südwärts findet man ausgedehnte Röhrichte. Im eigentlichen Peipus liegt, nahe an seiner Verengerung, die Insel Porka oder Pirisaar; auch der Pleskausche See besitzt mehrere Inseln.

Der Spiegel des Peipus liegt 30 Meter (etwa 100 Fuss) hoch, ihn umgibt ein breiter, langsam bis 60 Meter aufsteigender Niederungsgürtel, der viele Wälder und Sümpfe trägt.

Der ehemalige Fischreichtum des Peipus ist in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen.

Wirzjärw.

Der zweitgrösste See unseres Gebietes, der Wirzjärw, mitten im Herzen Nord-Livlands gelegen, ist 34 Kilometer lang und 13 Kilometer breit, sein Flächeninhalt wird auf 278 Quadratkilometer (nahezu 5 Quadratmeilen) berechnet. Sein Spiegel liegt 35 Meter hoch. Auch er ist verhältnismässig seicht, da seine grösste Tiefe 8 Meter nicht ganz erreicht. Seine Ufer sind flach. Umgeben ist der Wirzjärw, namentlich an seinem Nordende von einer ausgedehnten, an Wäldern und Sümpfen reichen Niederung. Ohne Zweifel hat er ehedem, bevor sein Abfluss, der Embach, die Höhenzüge bei Dorpat zu durchbrechen und allmählich zu vertiefen vermochte, mindestens den grössten Teil dieser Niederung ausgefüllt.

Andere Seen Livlands.

Auch der drittgrösste See unseres Gebietes, der Lubahnsche [XXVII] (G 5), 15 Kilometer lang und 8 Kilometer breit, dem ein Flächeninhalt von etwa 88 Quadratkilometern (1,59 Quadratmeilen) zugeschrieben wird, scheint das Überbleibsel eines ehemals riesigen Wasserbeckens zu sein (vergl. S. 22). Gegenwärtig liegt er in einer sumpfigen Niederung und ist meist von dichtem Röhricht umgeben. Der Versuch den See durch einen, auch auf unseren Karten verzeichneten Kanal auf einen kleinen Teil seiner gegenwärtigen Grösse abzulassen, ist wegen zu geringen Gefälles missglückt.

Der nächstgrösste See Livlands ist der Burtnecksche [XXII] (F 4), etwa 12 Kilometer lang und halb so breit.

Bemerkenswert durch ihre ungeheuer üppige Vegetation und den dadurch bedingten Reichtum an Fischen und Wasservögeln sind der Babitsee [XXXVI] und der Kanjersee[1]) [XXXVII] (D 5 u. 4—5) westlich von Riga. Der letztgenannte enthält grosse Massen eines Schlammes, der dem Arensburger Heilschlamm ähnlich ist[2]). Durch künstliche Vertiefung eines direkten Abflusses zum Meere ist der Kanjersee vor einigen Jahren auf einen kleinen Teil seiner früheren Grösse abgelassen worden.

Der Stintsee [XXXIV], Grosse und Kleine Weisse See [XXXIII] sind vor wenigen Jahren durch einen Kanal untereinander und mit dem Unterlaufe der Livländischen Aa verbunden worden, um das Flossholz aus dieser mit Vermeidung des Meeres dem Rigaschen Hafen zuführen zu können.

Merkwürdig ist der langgestreckte Fellinsche See [XIV] (F 3), (Taf. XVIII Abb. 28) der die Flussysteme des Embach und der Pernau miteinander verbindet, indem er zu jedem von beiden je einen Abfluss entsendet; ferner der seiner schönen Lage wegen gerühmte Heilige See bei Odenpä [XXIII], endlich der Allokstesee [XXVIII] im südlivländischen Höhensystem, dessen Spiegel mit 203 Metern Meereshöhe der höchste unseres ganzen Gebietes sein dürfte. Als tiefster See ist nach unserer bisherigen Kenntnis der kleine Nixensee bei Rauge[3]) im ostlivländischen Höhensystem zu betrachten, der bei einer Grösse von nur 14 Hektaren 41 Meter tief ist. Seine Länge beträgt 575, seine Breite 300 Meter, d. i. ungefähr $^1/_2$ und $^1/_3$ Werst.

Kurlands Seen.

Beginnend mit dem Duhne- und Lilastsee [XXXI] nördlich von Riga, zieht sich eine Reihe flacher Seen längs der Küstenlinie Liv- und Kurlands dahin. Ausser einigen schon ge-

---

1) Wird meist „Kangersee“ genannt, jedoch ist die hier angenommene Schreibweise die richtigere, weil dieser Name vom livischen „Kanjärw“, d. h. Gänsesee, herstammt und mit dem Worte Kanger, das einen Hügelrücken bedeutet (vrgl. S. 19 des Textes), nichts zu tun hat. Siehe B. Doss im Korrespondenzblatte d. Rig. Naturf.-Ver., Bd. XL., S. 186, Fussnote. 1898.

2) Vergl. B. Doss „Über den Limanschlamm des südlichen Russlands und analoge Bildungen in den Ostseeprovinzen . . .“ Korrbl. d. Naturf.-Ver. zu Riga, XLIII, S. 157—212. 1900.

3) Etwa 7 Kilometer westlich von unserem höchsten Gipfel, dem Munamägi [32] (G 4 auf der politischen Karte).

nannten gehören hierher der Angersee [XXXVIII] (D 4), mehrere kleine Seen nordöstlich von Windau, der Tosmar- [XLIII], Libausche [XLIV] und Papensee [XLV] (AB 5). Sie liegen alle auf altem Meeresboden und sind — wenigstens gilt das vom Angernschen und Libauschen See — wohl als durch Sandbänke und Dünen, sogenannte Nehrungen, abgeschnürte, nachher durch Flugsand verflachte Meeresbuchten aufzufassen. Sie stellen somit vorgeschrittene Entwickelungszustände sogenannter Haffe dar, die in grossem Masstabe und typischer Ausbildung an der preussischen Küste allgemein bekannt sind. Alle diese Seen sind sehr seicht und stark verschilft. Ihre Masse betragen: Angernsee 20 Kilometer lang und 4 Kilometer breit, Tosmarsee (durch den Bau des Libauschen Kriegshafens ganz verändert) 6×1 Kilometer, Libauscher See 17×3 Kilometer, Papensee 7×3½ Kilometer.

Unter den übrigen Seen Kurlands ragt durch Grösse und Schönheit der Usmaitensche [XL] (C 4) hervor. Im Mittelpunkt der kurischen Halbinsel gelegen, hat er einen grössten Längsdurchmesser von 12 und Querdurchmesser von 6 Kilometern. Zahlreiche Buchten und Ufervorsprünge, sowie vier Inseln geben ihm eine so unregelmässige Form, dass man nirgends seine ganze Ausdehnung mit einem Blicke überschauen kann. Dieser See liegt in einer sandigen Niederung, die in grauer Vorzeit wohl auch eine Meeresbucht gewesen sein mag, gegenwärtig aber fast völlig von dürren Kiefernwäldern und Waldmooren eingenommen ist. Je einförmiger dieses Landschaftsbild erscheint, um so überraschender wirkt auf den Besucher der liebliche See und die ungewöhnliche Üppigkeit des Pflanzenwuchses auf einer seiner Inseln, dem heute noch fast im Zustande des Urwaldes befindlichen, etwa einen halben Quadratkilometer grossen, auch geschichtlich denkwürdigen Moritzholm (Taf. XXI Abb. 34)[4].

Eigenartig gestaltet sind der Zezernsee [XLVI] (C 5) östlich von Frauenburg, der Weessitsee [L] südwestlich von Jakobstadt (F 5) und der kleinere Walgumsee (auf unseren Karten nicht verzeichnet) östlich von Tuckum. Sie sind in langen, flussartig schmalen Talkesseln gelegen und von bedeutender Tiefe. Merkwürdig sind endlich perlschnurartige Reihen von Seen, die — wie anderwärts, so auch in Kurland — zu finden

4) Siehe weiterhin in der politisch-geographischen Beschreibung des Goldingenschen Kreises von Kurland.

sind. Besonders auffallend sind fünf kleine (auf unserer Karte nicht sichtbare) Seen, die, einer hinter dem anderen, in einem schmalen, 25 Kilometer langen Tale liegen, das den grossen Dryswjaty-See [LXV] mit dem Knie der Düna bei Griwa (G 6) verbindet.

Die übrigen Seen.

Es würde zu weit führen, wenn wir alle bemerkenswerten Seen besprechen, oder auch nur aufzählen wollten. Indem wir hiermit abbrechen, sei nur nochmals auf den schon früher erwähnten[5]) ausserordentlichen Seenreichtum Polnisch-Livlands, Ober-Kurlands und Ost-Littauens hingewiesen, ein Reichtum, der im Verein mit dem beständigen Wechsel von Tälern und Hügeln fast an jedem Punkte dieser Gegenden die anmutigsten Landschaftsbilder schafft.

Verzeichnis der Seen.

Die römischen Nummern verweisen auf die gleichen der Karte.

1. Auf den Inseln.

I. Die Lachten bei Arensburg (Kleine, Grosse und Padelsche Lacht).
II. Järwemetzscher See.
III. Koiksee.
IV. Ridama- oder Järweküllscher See.
V. Mänamasee auf der Insel Dagö.

2. In Estland.

VI. Lodensee.
VII. Revalscher oder sogenannter Oberer See.

3. In Nord-Livland.

VIII. Peipussee, sein südlicher Teil heisst Pleskauscher See.
IX. Jegelsee.
X. Jenselscher See.
XI. Sadjärw (järw heisst im Estnischen See).
XII. Wirzjärw.
XIII. Parikasee.
XIV. Fellinscher See.
XV. Weisssee.
XVI. Suurjärw (d. i. Grosser See).
XVII. Lawasaarscher See.
XVIII. Tehelasee.
XIX. Hermessee.

5) Seite 20 u. 22.

4. In Süd-Livland.

XX. Lemsalsche Seen (südlich der Grosse oder Heilige See, nördlich der Muddesee.
XXI. Orellenscher See.
XXII. Burtnecksee.
XXIII. Heiligensee.
XXIV. Werrosche Seen (westlich der Wagula-, östlich der Tamula-See).
XXV. Ahesee.
XXVI. Marienburger See.
XXVII. Lubahnscher See.
XXVIII. Alokstesee.
XXIX. Innissee.
XXX. Lobesee.
XXXI. Lilastsee, nördlich, und Duhne- (d. i. Schlamm-) See, südlich.
XXXII. Dsirne- (d. i. Stern-) See.
XXXIII. Weisse Seen, nördlich der Kleine, südlich der Grosse.
XXXIV. Stintsee.
XXXV. Jägelsee.
XXXVI. Babitsee.
XXXVII. Kanjersee.

5. In West-Kurland.

XXXVIII. Angernscher See.
XXXIX. Sassmackenscher See.
XL. Usmaitenscher See.
XLI. Pusenscher See.
XLII. Durbenscher See.
XLIII. Tosmarsee.
XLIV. Libauscher See.
XLV. Papensee.
XLVI. Zezernsee.
XLVII. Sebbersee.
XLVIII. Auzscher See.

6. In Ost-Kurland.

IL. Pixternscher See.
L. Weessitsee.
LI. Saukenscher See.
LII. Swenten- (d. i. Heiliger) See.
LIII. Meddumscher See.

7. In Polnisch-Livland.

LIV. Kolupsee.
LV. Wyschkisee.
LVI. Feimanscher See.
LVII. Ruschonsee.
LVIII. Rasnosee.
LIX. Eeschasee.
LX. Siwersee.

8. Im nordöstlichen Litauen.

LXI. Perebrodjescher See.
LXII. Snudysee.
LXIII. Drywjatysee.
LXIV. Rytschisee.
LXV. Dryswjatysee.

LXVI. Disnasee.
LXVII. Lodsisee.
LXVIII. Owilesee.
LXIX. Tschetschirysee.
LXX. Sartysee.

9. In Samaiten
(nordwestliches Litauen).

LXXI. Rekiewsee.
LXXII. Lukschtasee.
LXXIII. Telschenscher See.
LXXIV. Plinkschesee.
LXXV. Platellesee.

B. Die Flüsse.

Flüsse der Inseln.

Auf unseren Ostseeinseln gibt es fast nur ganz unbedeutende, in trockenen Sommern nahezu versiegende Bächlein. Der Erwähnung wert sind nur die Peddust bei Arensburg [*2*], welche die Siksaarsche Lacht (vergl. S. 39) durchströmt, und der Naswasche Fluss [*1*], der die verschiedenen kleinen Zuflüsse der drei westlich von Arensburg gelegenen Lachten sammelt und dem Meere zuführt. Dieser kurze Fluss ist ziemlich breit und tief, an seiner Mündung aber stark versandet.

Zuflüsse des Peipus.

Von den Zuflüssen des Peipus sind die Welikaja [*4*], der Woo [*6*] und der Embach [*7*] die bedeutendsten.

Von der Welikaja ist auf unserer Karte nur die Mündung an der äussersten Südostecke des Pleskauschen Sees sichtbar. Ihr Bett ist zum Teil in den Felsenuntergrund[6]) eingeschnitten und bietet hier und da schöne Profile dar. Auf unsere Karte fallen nur Stücke der Nebenflüsse Utroja [*A*], Vuchwa [*B*], Lippa [*C*] und Kudeb [*D*].

Der Woo entspringt nahe der Embachquelle auf den Höhen von Odenpä, durchfliesst die Werroschen Seen [XXIV] und mündet in den Verbindungsärmel des eigentlichen Peipus mit dem Pleskauschen See. Sein mittlerer Lauf weist an manchen Stellen schöne Felsenufer[7]) auf (Abb. 13 anf Taf. X).

Der Embach entquillt dem Heiligen See [XXIII] bei Odenpä, wendet sich zunächst südwärts, biegt nach Aufnahme einiger Nebenflüsse, deren grösster die vom Hummelshofschen Berge [24] herabkommende Peddel [*A*] ist, im Bogen nach Norden um und

6) Devonischer Dolomit, vergl. die geologische Karte im Atlas.
7) Mitteldevonischer Sandstein, siehe ebenda.

ergiesst sich zunächst in den Wirzjärw. Bis hierher wird der Fluss der Kleine Embach genannt. In denselben See mündet die Ömel [*B*] und der östliche Abfluss des Fellinschen Sees (vergl. S. 41), Tennasilm [*C*]. Von der Nordostecke des Wirzjärw strömt nun der Grosse Embach ostwärts zum Peipus. Der erste und bedeutendste Nebenfluss, den der Embach auf dieser Strecke aufnimmt, ist die Pedde [*D*], die durch Vereinigung der Pahle [*b*] mit der Pedja [*a*] entsteht. Die Pahle, die ihre Quellen in den Höhen von Klein-Marien beim Ebbafer-Berge [18] hat, lässt in ihrem Laufe genau das Gefälle des durchflossenen Landes erkennen: In schnellem Laufe strömt sie durch die Terrasse von 90 Metern in diejenige von 60 Metern, wo sie träge durch das Sumpfgebiet des Endlasees schleicht, der sich durch den kurzen Nawajögi in sie ergiesst. Nachdem sie noch von rechts den Sitzbach [*b'*] aufgenommen hat, erreicht sie bei Oberpahlen in heftigem Gefälle die Wirzjärw-Niederung, unter 60 Metern, wälzt sich langsam durch das grosse Moor Piddinasoo, passiert die Glasfabrik Katharina und verbindet sich dann mit ihrem Schwesterflusse, der Pedja zur Pedde, die in kurzem Lauf ihr stilles, dunkles und tiefes Wasser in den Embach ergiesst. Die Pedja entsteht aus zwei, der Höhe des Emomägi [19] entspringenden Quellbächen, Awandus [*a'*] und Sellie [*a''*]. Sie entwindet sich allmählich dem System parallel gescharter Geröllhügel nach Westen zu, um sich mit der Pahle zu verbinden.

Der Pahle ähnlich verhalten sich auch die übrigen Flüsse, die von der Südabdachung der estländischen Wasserscheide herab dem Embach oder der Pernau zuströmen: Beim Übertritt von einer Terrasse[8]) zur anderen findet starke Strömung statt, in den Terrassen dagegen träger Fluss und Versumpfung.

Entsprechend dem geringen Höhenunterschied zwischen Wirzjärw und Peipus, hat der Grosse Embach auf seinem, etwa 100 Kilometer langen Laufe nur 5 Meter Gefälle, d. i. 0,05‰. Infolge dessen ist er zwar wasserreich, aber ziemlich träge. Seine Ufer sind meist flach, nur beim Durchbruch durch die Höhenschwelle bei Dorpat (vergl. S. 17) hat er sich ein bis

---

8) Das Wort Terrassen soll hier nicht — seinem eigentlichen Sinne entsprechend — horizontale Stufen mit steilen Absätzen, sondern in einem angenäherten Sinne sanft geneigte Bodenflächen bedeuten, die durch etwas stärker geneigte von einander geschieden werden.

über einen Kilometer breites und bis 40 Meter tiefes Tal[9]) ausgearbeitet, in dem er gegenwärtig jedoch nur eine verhältnismässig schmale Rinne einnimmt. Diesem gewaltigen Urstromtale verdankt unsere alte Universitätsstadt ihre malerische Lage. An seiner Mündung löst der Embach sich in mehrere Arme auf, die, von ausgedehnten Rohr- und Schilfbeständen eingeengt, nur mit Schwierigkeiten ihren Weg in den Peipus zu finden scheinen. Bis Dorpat hinauf ist der Embach für Flussdampfer und grosse Lastböte, hier „Lodjen" genannt, schiffbar.

Zuflüsse d. Finn. Meerbusens.

Im äussersten Osten unseres Gebietes haben wir, eingeschnitten in das Niveau von 30 Metern, die Narowa [*11*]. Von der estländischen Landhöhe erhält sie aus den Sümpfen der Ostniederung nur einige unbedeutende Nebenflüsse. Die Narowa entströmt dem Nordostende des Peipus [VIII] bei Syrenez (Sereniza) und mündet nach einem etwa 70 Kilometer langen Lauf 12 Kilometer unterhalb der Stadt Narwa in den finnischen Meerbusen. In ihrem Bette befinden sich eine Menge Inseln. Breite und Tiefe des Flusses wechseln sehr. Gleich unterhalb des Dorfes Joala und etwa $1^1/_2$ Kilometer unterhalb Narwas bildet die Narowa den schönsten Wasserfall unseres Landes, indem der stattliche Strom, durch eine Insel in zwei Arme geteilt, seiner ganzen Breite nach in drei Stürzen, über steile Felsen, schäumend und brausend von 16 auf 10 Meter herabstürzt.

Sowohl aufwärts, als abwärts von diesem Wasserfalle ist die Narowa ihrer ganzen Länge nach schiffbar.

Alle anderen Flüsse unseres Gebietes, die sich in den finnischen Meerbusen ergiessen, haben einen südost-nordwestlichen Lauf, der sich bei mehreren erst kurz vor ihrer Mündung nach Norden wendet. Sie sind — nach Ausscheidung der Narowa — alle seicht und nicht schiffbar, haben, mit Ausnahme des im Borkholmschen See auf der Pantiferhöhe entspringenden Walgejögi oder Loksa [*19*], keine breiten Täler; sind aber im Unterlaufe tief in den Fels eingeschnitten und bilden da vielfach Wasserfälle, von denen namentlich der des Kegelschen Flusses [*23*] bei Schloss Fall (etwa 5—6 Meter Fallhöhe) und der des Jagowal [*20*] beim gleichnamigen Gute (etwa $6^1/_4$ Meter), zu den höchsten unseres Gebietes gehörend, bemerkenswert

9) Der höchste Punkt des Domberges bei Dorpat liegt über 71, der Embachspiegel ebenda 32 Meter hoch.

sind. Von Interesse sind unterirdische Wasserläufe, die sich unter Kalkfliesen fortbewegen. Solche unterirdische Strecken sind namentlich bei Neuenhof am Kuiwajögi (d. h. Trockenbach), einem linken Zuflusse des Brigittenbaches [21], sowie zwischen Kostifer und Jegelecht am Jegelechtschen Bache, einem linken Nebenflusse des Jagowal [*20 B*] bekannt.

Zuflüsse des Zwischengewässers.

Die südwestliche Abdachung der estländischen Landhöhe wird fast ganz von dem vielverzweigten Flussgebiet des Kasarjen [*29*] eingenommen, nächst der Narowa, dem bedeutendsten Flusse Estlands. Drei seiner Hauptquellarme, der Stenhusensche [*D*], der Konofersche oder Sagesche [*C*] und der Koschsche [*B*], entspringen den Sümpfen des Gebietes von 60 Metern Höhe und ergiessen sich in den Fickelschen Fluss [*A*]. Der so gebildete Hauptfluss heisst Kasarjen. Der Fickelsche Fluss entspringt in den Sümpfen der Niederung von 30 Metern und durchfliesst den Kaismasee [XVI]. Von rechts erhält der Kasarjen noch den Lodeschen Bach [*E*]. Er ergiesst sich mit mehreren Armen in die schilfreiche Matzalwiek, nachdem er in trägem Lauf ein mehrere Kilometer breites und weit über eine Meile langes, schier undurchdringliches Röhricht durchsickert hat (Abb. 31 auf Tafel XX).

Die Pernau.

Der erste bedeutende Fluss, der sich in den Livländischen Meerbusen ergiesst, ist die Pernau [*32*]. Ihr ist von Südosten die Fellinsche, von Nordosten die estländische Wasserscheide mit einem reichen Wassernetz tributpflichtig. Der Hauptstrom setzt sich aus mehreren unbedeutenden Quellbächen zusammen und heisst von Weissenstein ab der Weissensteinsche Fluss oder die Paide, weiter abwärts wird er, je nach den Orten die er passiert, Turgel, Laupa, Torgel und endlich Pernau genannt.

Das Flussystem der Pernau ist so kompliziert, dass es eine ausführliche Erörterung erheischt. Von rechts nimmt der Hauptstrom den Waetz oder Tecknalschen [*B*], den Piometz oder Kolloschen Bach [*C*], den Kerroschen [*D*] und den Fennernschen Fluss [*E*] auf; von links zunächst die Nawast [*F*]. Diese entspringt auf der estländischen Landhöhe bei der livländischen Grenze südlich von Weissenstein und erhält von rechts her den Saarjögi [*a*]. Aus dem Fellinschen See [XIV] strömt südwestwärts der Fellinsche Bach [*f*], der nach sei-

ner Vereinigung mit einigen anderen Bächen auch der Ninigal [*ee*] genannt wird. Der Ninigal vereinigt sich mit dem Köpposchen Bache oder Sillawalla, der vom Kerstenhofschen Berge [23] herabkommt, zum Qsjo [*cc*], dieser empfängt vom nördlichen Teil der Fellinschen Wasserscheide den Lemjögi [*d*] und vom südlichen den Hallist [*c*]. Von diesem Zusammenflusse an heisst der Bach Riesa [*b*], er ergiesst sich in die Nawast [*F*], die in ihrem Unterlaufe auch Kanzo genannt wird. Nahe ihrer Mündung fliesst der Pernau von Süden noch die Reide [*G*] zu, die von rechts die Lechma [*a*], von links her den Uhlaschen Bach oder Schwarzbach [*b*], in sich aufnimmt. Alle diese südlichen Bäche durchströmen mächtige Moore. Das eigentümliche Knie, das Riesa und Nawast vor ihrer Vereinigung bilden, soll eine Folge ihrer Aufstauung durch emporwachsende Hochmoore sein, durch welche der Fluss sich gewaltsam einen Weg bahnen musste. Der letzte Zufluss, den die Pernau unmittelbar vor ihrer Mündung von rechts her aufnimmt, ist der Saueksche Bach; gleich allen anderen Flüssen der Pernauschen Niederung ist auch dieser träge, aber, im Verhältnis zu seiner Länge, recht wasserreich. Die Gesamtlänge der Pernau, den Weissensteinschen Bach mitgerechnet, beträgt über 130 Kilometer (125 Werst). Von ihrer Mündung bis etwa 7 Kilometer stromaufwärts ist sie noch für Schiffe mit einem Tiefgange von etwa drei Metern befahrbar, weiter oberhalb ist der Fluss seiner ganzen Breite nach durch Wehre gesperrt. Die ununterbrochene Wasserstrasse, die durch Vermittelung des Fellinschen Sees zwischen dem Peipus, Wirzjärw und dem Pernauschen Meerbusen besteht, soll in früheren Zeiten einem nicht unbedeutenden Warenverkehr gedient haben.

Salis und Küstenflüsse.

Der nächste bemerkenswerte Fluss ist die Salis (lettisch Salaze) [*33*]. Sie kommt aus dem Burtnecksee und leitet die Wasser seiner Zuflüsse Ruje, Sedde (früher Ymera genannt) und Wrede (oder Liddetz) ins Meer. Auf ihrem etwa 80 Kilometer langen Laufe von dem genannten See bis zur Mündung senkt sich ihr Spiegel um 42 Meter. Sie hat demnach ein mittleres Gefälle von einem halben Meter auf jeden Kilometer (0,5 ‰) und demgemäss einen lebhaften Strom. Ihre Ufer sind zum Teil steil und hoch, hie und da von romantischen Sandsteinfelsen[10]) eingefasst.

10) Dem Mitteldevon angehörend.

Weiter südwärts folgen zahlreiche kurze Küstenflüsschen, unter denen der Heilige Bach (lettisch Swehtupe) [*34*], Abfluss der Lemsalschen Seen, der dem Ladenhofschen oder Nabbenschen See entspringende und die Jungfernhofschen Seen durchströmende Wetterbach [*35*], die Adje [*36*] und der Peterbach [*37*] die bedeutendsten sind. Die kleineren Bäche dieser Küstenstrecke pflegen in trockenen Sommern ganz zu versiegen.

Livl. Aa. Die Livländische oder Treyder Aa[11]) (lettisch Gauja), in alten Zeiten auch Coiwa genannt [*39*], misst nicht weniger als 380 Kilometer (über 355 Werst)[12]) und ist somit der grösste Fluss, der seiner ganzen Länge nach dem Ostbaltischen Gebiete angehört. Zugleich besitzt sie unter allen Flüssen, die dieses Gebiet durchströmen, auch die weit stattlichere Düna nicht ausgenommen, die höchstgelegenen Quellen. Ihr eigener Ursprung wird im Alokste-See, 203 m über dem Meere, angenommen, einer ihrer ersten linken Nebenbäche aber kommt etwa 245 m hoch vom Abhange des Elkasberges [38] herab. Den ersten grossen Nebenfluss, die Tirse [*A*] nimmt die Aa nach einem Laufe von etwa 90 Kilometern an dem Punkte auf, wo sie die Niveaukurve von 120 Metern überschreitet. Auf dieser nicht eben langen Strecke hat sich ihr Spiegel also bereits um mehr als 80 Meter gesenkt, das mittlere Gefälle beträgt demnach fast 0,9 $^0/_{00}$. Die Quelle der Tirse liegt kaum 10 Kilometer östlich vom Alokste-See am Kleetesberge, und ist wohl die höchste unseres ganzen Gebietes, nämlich etwa 260 m hoch. Auch in ihrem weiteren Oberlaufe, den wir bis zu dem 12 Kilometer südöstlich von der Stadt Walk gelegenen Stromknie rechnen können, wo sie die Höhenlinie von 60 Metern passiert, behält die Aa ein recht lebhaftes Gefälle, indem sie auf einer Strecke von etwa 85 Kilometern um 60 Meter herabsteigt (0,7 $^0/_{00}$). Auf dieser Strecke nimmt sie ausser der gleich ihr den südlivländischen Höhen, und zwar dem Fusse des Slapiumkalns [36], entspringenden Palze [*B*] mit der Rause [*a*] auch mehrere Abflüsse des ostlivländischen Hügellandes in sich auf. Namentlich den Perl-

11) So genannt nach der 1214 erbauten Burg Treyden, deren Ruine heute noch in herrlicher Lage am rechten Ufer des Mittellaufes dieses schönen Stromes dasteht.

12) Rathlefs Angabe, dass die Länge der Livl. Aa 250 Werst betrage (Orohydrogr. Skizze, S. 178), muss entweder auf einem Druckfehler oder auf Vernachlässigung der zahllosen kleinen Krümmungen dieses Flusses beruhen.

bach [*a*], die Waidau [*b*] und den Petribach [*c*], die sich vor ihrer Einmündung in die Aa in den vom Südrande der Odenpäschen Höhen herabkommenden Schwarzbach [*C*] ergiessen. Alles dieses sind muntere Bächlein, die gleich mehreren anderen derselben Gegend ehedem als Fundorte der Flussperlmuschel einen gewissen Ruf besassen, heutzutage aber als solche keine Bedeutung mehr haben [13]).

In ihrem Oberlaufe umfliesst die Livländische Aa zunächst in einem kurzen, stark gekrümmten, nach Osten zu offenen Bogen den Bregschde-Berg [37], behält dann bis zur Mündung der Tirse eine östliche Richtung und wendet sich hier in einem spitzen Winkel nach Nordnordwesten. In dem oben erwähnten Stromknie ändert die Aa ihren Lauf abermals, indem sie eine südwestliche Richtung einschlägt, die sie nunmehr — von zahlreichen grösseren und kleineren Krümmungen abgeschen — bis zur Mündung beibehält. Von diesem Knie bis zum Eintritt in die Strandniederung bei Wangasch (E 4 auf der politischen Karte) reicht der ungefähr 165 Kilometer lange Mittellauf der Livländischen Aa. Auf dieser Strecke hat der Strom das Hügelland des südwestlichen Teiles von Livland in einem gewaltigen Flussbette durchbrochen und es in einen südöstlichen und einen nordwestlichen Teil geschieden (vergl. die Höhenkarte). Dieses Stromtal durchschneidet nicht nur das oberflächliche lockere Erdreich, sondern ist bis Dutzende von Metern tief auch in den aus Sandstein [14]) bestehenden Felsengrund eingeschnitten (Taf. IX u. X, Abb. 12 u. 14). So sind die grossartigen Felsprofile, Schluchten, Grotten und Höhlen entstanden, die dem Aatal zwischen Wolmar und Hintzenberg seine hervorragende landschaftliche Schönheit, seinen bezaubernden Reiz verleihen. Der bekannteste Punkt ist die sogenannte „Livländische Schweiz“ bei Segewold, Treyden und Kremon, wo die romantische Gutmannshöhle, die Teufelshöhle, die herrlich belaubten Talhänge, die üppige Flora, die lieblichen Windungen des stattlichen Stromes, die sagenumwobenen und geschichtlich bedeutsamen Schlossruinen alljährlich Tausende von Besuchern hinlocken. Das Tal ist hier, vom Flusspiegel ($16^1/_2$ m. Meereshöhe) bis zu den höchsten Punkten der Uferböschungen (Kirche Segewold 100 m, Ruine Treyden etwa 97 m

---

13) Vergl. hierselbst im Abschnitte über die Tierwelt.

14) Der Sandsteinetage des Mitteldevons angehörend, vergl. die geologische Übersichtskarte im Atlasse dieses Werkes.

Meereshöhe) 80 und mehr Meter tief, dabei — von einer Hochfläche zur anderen gemessen — ungefähr einen Kilometer breit. Es gibt übrigens an diesem Mittellaufe der Aa noch manche weniger bekannte Punkte, die den genannten an Schönheit kaum nachstehen. Dieses gilt namentlich von einem gewaltigen Felsenkessel am rechten Ufer etwas unterhalb der Ligatmündung und von einer durch mannigfaltige natürliche Zinnen, Pfeiler, Spalten und Grotten wildromantischen Sandsteinwand, gleichfalls am rechten Flussufer, beim Bauerhofe Seetin, etwa 7 Kilometer oberhalb der Raunemündung [*F*].

Auch die Nebenflüsse dieses Abschnittes der Aa, namentlich die Ammat [*G*] bei Karlsruhe, die Ligat [*H*] und die den Lemsalschen Höhen entströmende Brasle [*J*] zeichnen sich durch herrliche, tief in den Sandsteingrund eingeschnittene, schön belaubte oder bewaldete Täler aus.

Der Unterlauf der Aa misst nur gegen 40 Kilometer. In trägem, vielfach gewundenem Laufe strömt er dem Meere zu. Da der obere und mittlere Lauf des Flusses sowie seine Nebenbäche von dem wenig widerstandsfähigen Sandstein, in den sie sich eingenagt haben, alljährlich beträchtliche Mengen loslösen und stromabwärts führen, gelangen diese Sandmassen namentlich im Unterlaufe, wo die Geschwindigkeit und Kraft der Strömung nachlässt, zur Ablagerung. So bilden sich hier die zahlreichen Sandbänke, die es bewirken, dass der ansehnliche Fluss nur zur Hochwasserzeit und auch dann blos für Flösse und Böte befahrbar ist. Nehmen diese Sandbänke soweit zu, dass sie den Wasserabfluss hemmen, so wird der Strom gezwungen sich einen neuen Weg zu bahnen. Dass ihm dieses in dem lockeren Boden, den er hier durchfliesst, oft genug gelungen ist, beweisen die zahlreichen Reste ehemaliger Flussläufe, sogenannte „Altwässer“, die man hier in der Form wunderlich gekrümmter, in den verschiedensten Stadien der Verstopfung und Verwachsung befindlicher Wasserrinnen antrifft. In anbetracht des lockeren Untergrundes dürfte es nicht besonders schwierig sein, die Livländische Aa bis zu ihrem Oberlaufe so zu regulieren, dass sie zu einer bequemen und billigen Verkehrsstrasse würde.

Düna.

Die Düna [*40*] (lettisch Daugawa, russisch Sapadnaja Dwina) besitzt eine Länge von fast genau 1000 Kilometern [15]), ihr Strom-

15) Die verschiedenen Angaben schwanken von 920 bis über 1000 Werst,

gebiet umfasst ungefähr 85 400 Quadratkilometer (1550 Quadratmeilen), das ist nicht viel weniger als das Festland von Est-, Liv- und Kurland zusammengenommen (mit Ausschluss der Seen und Inseln rund 1600 Quadratmeilen). Die Düna entspringt aus dem Dwinez-See am Südrande der Waldaihöhe, 245 Meter über dem Meeresspiegel, durchströmt den schmalen Doppelsee Ochwat-Schadenje und nimmt, noch ehe sie unser Gebiet betritt, folgende nennenswerte Nebenflüsse auf: Von rechts die Toropa, den Uswjat und die Drissa, von links die Mesha, Kasplja, Lutschessa, Ulla und Dissna. Bei Warnowitz im östlichsten Zipfel Kurlands übertrifft die Düna an Breite und Wasserreichtum bereits fast alle anderen ostbaltischen Flüsse. Von hier an bis zu ihrer Mündung, das ist auf einer Strecke von rund 350 Kilometern, gehört sie unserem Gebiete an, dessen wichtigste Verkehrsstrasse nach Osten hin sie bis zur Erbauung der ersten Eisenbahnen gewesen ist. Ein 7 Werst langer Kanal, dessen praktische Bedeutung übrigens nur sehr gering ist, verbindet die Ulla mit der Beresina, einem Nebenfluss des Dnjepr, und somit die Ostsee mit dem Schwarzen Meere. Wiederholt, und noch in jüngster Zeit, sind Pläne zur Verbesserung dieser Wasserverbindung aufgetaucht, ohne indessen verwirklicht worden zu sein. Auch eine regelrechte Regulierung der Düna, deren zahllose Stromschnellen den Verkehr auf ihr ausserordentlich gefährden, ist noch immer nicht ernstlich in Angriff genommen worden.

Die Breite der Düna ist — wie bei jedem Strom — von Stelle zu Stelle sehr verschieden. Bei normalem Wasserstande beträgt sie zwischen Warnowitz und der Ewstmündung 170 bis 320 Meter, von da bis Kurtenhof (20 Kilometer oberhalb Rigas) 300 bis 450 Meter. Bei Riga ist sie an der schmalsten Stelle 550, weiter unterhalb bei der Weissen Kirche zwischen Mühlgraben und Dünamünde, gegen 1400 Meter breit. Dieses ist die breiteste ununterbrochene Wasserfläche, die unser stattlicher Strom aufzuweisen hat; an Stellen, wo er Inseln umschliesst, ist die Entfernung von einem Festlandsufer zum anderen mitunter noch bedeutend grösser.

Die Breite des Stromtales übertrifft diejenige des Stromes selbst gewöhnlich um ein Mehrfaches; sie dürfte im allgemeinen

---

wir folgen hier der Arbeit des Rigaer Hafenbauingenieurs A. Pabst: „Die Wasserstrasse Riga-Cherson . . .“, Riga 1909, wo die Länge der Düna mit 940 Werst, d. i. 1003 Kilometer, beziffert wird.

zwischen $^1/_2$ und 2 Kilometern betragen, ist aber stellenweise noch viel bedeutender. So verlaufen zum Beispiel die auffallenden Windungen, die der Fluss zwischen Kraslau und Dünaburg beschreibt, ganz innerhalb eines mächtigen, nahezu geradlinigen, $2^1/_2$ bis 5 Werst breiten Urstromtales, das namentlich zwischen der Neustadt von Dünaburg am rechten und der Höhenstufe bei Kalkuhnen am linken Ufer sehr deutlich ansgeprägt ist. Der Boden dieser Niederung besteht aus Ablagerungen des Flusses, fruchtbarem Schlick oder sterilem Sande, der sich hie und da unter der Wirkung des Windes zu kleinen Dünenhügeln angehäuft hat.

Wo das gegenwärtige Flussbett sich einer der beiden Böschungen seines Urstromtales nähert, ist sein Ufer hoch und steil; so z. B. bei Kraslau am rechten und bei Koplau am linken Ufer oberhalb Dünaburgs. Sonst sind die Dünaufer etwa bis zur Ewstmündung nicht besonders hoch und bieten nichts sonderlich bemerkenswertes dar. Anders zwischen der Ewst- und Ogermündung. Schon auf unserer Übersichtskarte der Höhen und Gewässer erkennt man, dass die Düna hier in einem tiefen Tale die ehemalige Verbindungsschwelle des südlivländischen mit dem oberkurischen Hügellande durchbrochen hat; noch auffallender erscheint dieser Teil des Flusstales in Wirklichkeit: In das lockere Erdreich der sanft hügeligen Bodenoberfläche hinein hat der Urstrom sich zunächst ein bis zu mehreren Kilometern breites, flaches, fast überall auch heute noch erkennbares Tal ausgespült, das nach und nach bis auf den festen, hier aus geschichtetem Dolomit[16]) bestehenden Felsengrund vertieft worden ist. Aber auch das harte Gestein hat der zerstörenden Einwirkung des Stromes auf die Dauer nicht widerstehen können, sondern dieser hat sich im Laufe der Jahrtausende ein zwar enges, dafür aber recht tiefes, steilwandiges Bett in den Untergrund hineingearbeitet. Diese Felswände, hier von Trümmern und Geröll überschüttet, dort frei zutage tretend, bald mit üppigem Pflanzenwuchs bedeckt, bald völlig nackt, da glatt wie eine Mauer, dort mit zahllosen Zacken, Zinnen, Rissen und Vorsprüngen versehen, stellenweise bis gegen 20 und 30 Meter über den Flusspiegel emporstrebend, von Seitenschluchten, Quellen und Wasserfällen vielfach unterbrochen und belebt, machen diesen Abschnitt des

16) Ein Gestein, das aus einem Gemenge von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia besteht. Hier dem Mitteldevon angehörend.

Dünatales, insbesondere die Strecke zwischen Stockmannshof und Kokenhusen, (Taf. XI Abb. 15) zu einer unserer herrlichsten Landschaften. Namentlich im Frühling, wenn das junge Grün sich entfaltet, die wilden Apfel- und Birnbäume, die Ahlen[17]) und Ebereschen im Blütenschnee dastehen, wenn alle Singvögel in den Ufergebüschen ihren tausendstimmigen Gesang erschallen lassen, wenn der Strom durch Hunderte von Flössen belebt wird, die unter dem weithin schallenden Knarren der langen Steuerruder und den lauten Rufen ihrer Führer hinabeilen, dann nimmt der Wanderer hier unvergessliche Eindrücke in sich auf. Zahllose menschliche Niederlassungen, von unserer baltischen Hauptstadt bis zum kleinsten Bauernhofe, von den ältesten Burgruinen bis zum modernen Landhause zieren die Ufer unseres stattlichen Stromes. Verschiedene seltene Gewächse und Tiere, allerlei Merkwürdigkeiten des Mineralreiches fesseln das Interesse des Naturfreundes.

Eine knappe Übersicht über das Gefälle der Düna gibt folgende kleine Tabelle, in der die Höhe des Wasserspiegels über der Meeresoberfläche bei normalem Wasserstande angegeben ist.

Orte	Höhe des Wasserspiegels.	Entfernung vom vorhergehenden Orte bis zum genannten.	Mittl. Gefälle vom vorhergehenden Orte bis zum genannten.
Quelle in Dwinezsee	245 m	—	—
bei Welish	160 „	310 klm	0,27 ‰
„ Witebsk	126 „	95 „	0,36 „
„ Polozk	107 „	138 „	0,14 „
„ Drissa	100 „	85 „	0,08 „
„ Dünaburg	85 „	95 „	0,16 „
„ Jakobstadt	68 „	115 „	0,15 „
„ der Ewst-Mündung	60 „	18 „	0,44 „
„ Kokenhusen	38 „	27 „	0,81 „
„ Friedrichstadt	30 „	28 „	0,29 „
„ Kurtenhof	$4^1/_4$ „	60 „	0,42 „
„ Mündung	0 „	32 „	0,13 „

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass das Gefälle ein sehr ungleichmässiges ist und an der Stelle, wo der Strom die eben geschilderte Bodenschwelle durchbricht, namentlich zwischen der Ewstmündung und Kokenhusen seinen weitaus höchsten Mittelwert aufweist. Dieses beruht darauf, dass sich hier eine Strom-

17) *Prunus padus,* bei uns meist fälschlich Faulbaum genannt.

schnelle an die andere reiht, deren Gefälle ganz ausserordentliche Werte, stellenweise bis gegen 10‰ erreicht (Taf. XI Abb. 15). Diese Stromschnellen gefährden den Bootverkehr und die Holzflössung in hohem Masse, machen sie bei niedrigem Wasserstande gar unmöglich. Sie sind deshalb sehr gefürchtet, jede hat ihren Eigennamen, und nur erfahrene Leute, die die Führung von Böten und Flössen durch diese Fährnisse zu ihrem Gewerbe gemacht haben, die sogenannten „Ankerneeken", wissen sie zu vermeiden. Trotz aller Vorsicht zerschellen alljährlich so und soviele Flussfahrzeuge an den tückischen Klippen.

Auch bei Kraslau, Koplau, zwischen Lievenhof und Jakobstadt, Jakobstadt und der Ewst-Mündung, bei Keggum, Oger und Dahlen gibt es gefährliche Stromschnellen, sodass die mächtige Düna von ihrer Mündung nur bis Dahlen hinauf (etwa 25 Kilometer) und dann auf einigen, von einander getrennten Strecken schiffbar ist.

Im Bette der Düna liegen zahlreiche Inseln, die hier „Holme" genannt werden; die grösste unter ihnen ist der etwa 9 Kilometer lange und bis 3 Kilometer breite D a h l e n h o l m, 10 Kilometer oberhalb Rigas, die nächstgrösste der H o l m h o f gleich unterhalb Jakobstadt, der übrigens vom Festlande nur durch ein Tal mit einer dünnen, in trocknen Sommern versiegenden Wasserader abgetrennt ist. Kleinere Holme finden sich zwischen Üxküll und Oger, bei Ringmundshof, Lennewarden, Römershof, Kreuzburg, Dubena, Zargrad und an anderen Orten. Mehrere von ihnen wandern langsam stromabwärts, indem Hochwasser und Eisgang Stück um Stück von ihrem oberen Ende abbröckeln, während sich am unteren fortgesetzt neue Schlemmprodukte ablagern.

In ihrem Mündungsdelta, von Riga an, besitzt die Düna eine Menge grösserer und kleinerer Holme, ein- oder beidseitig geschlossener Arme und Altwässer, unregelmässiger Buchten und dergleichen. Mehr als einmal hat der Strom in diesem Gebiete sein Bett gewechselt, hat sich eine neue Rinne durchgebrochen, nachdem die alte durch seine eigenen Schlamm- und Sandablagerungen allzusehr eingeengt worden war. So zweigt sich zum Beispiel etwa drei Kilometer oberhalb der gegenwärtigen Dünamündung ein breiter Arm nach rechts ab, der die Namen „Alte Düna" und „Altemünde" führt, weil er noch in geschichtlicher Zeit, die eigentliche Flussmündung dargestellt hat. Gegenwärtig ist er fast völlig verschlammt, verschilft und endet blind, da

ein Steindamm, der nahe dem Meeresstrande hinübergebaut worden ist, sein völliges Versanden an diesem Ende zur Folge gehabt hat.

Infolge ihres ausgedehnten Stromgebietes empfängt die Düna zur Zeit der Schneeschmelze ungeheuere Überschüsse an Wasser. Ihre Wassermasse steigt dann auf ein vielfaches der normalen und obwohl auch die Abflussgeschwindigkeit bedeutend zunimmt, schwillt der Strom gewaltig an. Wo die Ufer nicht hoch sind, wie zum Beispiel zwischen Disna und Druja oberhalb unseres Gebietes, auf der linken Seite beim Flecken Griwa-Semgallen, ferner unterhalb Üxkülls, werden alljährlich grössere oder kleinere Gebiete überschwemmt. Diese können daher nur als Heuschläge benutzt werden. Wo aber die Ufer hoch und steil sind, insbesondere zwischen der Ewst- und Ogermündung, da steigt der Fluss regelmässig um 5 und mehr Meter über seinen mittleren Wasserstand und nimmt eine reissende Geschwindigkeit an. Nach besonders schneereichen Wintern und bei plötzlich einsetzendem, anhaltendem Tauwetter vervielfältigen sich diese Erscheinungen; ihren Höhepunkt erreichen sie, wenn die abströmenden Eismassen sich an irgend einem Engpass festfahren, durch die Pressungen der nachdrängenden bis auf den Grund über- und untereinander zusammengeschoben werden und so den Wasserabfluss sperren. Von der Ausdehnung und Gewalt derartiger Eispressungen geben unsere Abbildungen 29 und 30 auf Tafel XIX eine Vorstellung. Oberhalb solcher Eisstauungen steigt das Wasser mit grauenerregender Geschwindigkeit, alles überschwemmend, ganze Häuser mit sich reissend, bis es das Hindernis durchbrochen, oder irgendwo einen anderen Ausweg gefunden hat. Es sind bei solchen Gelegenheiten Hochwasserstände bis zu 12 Metern über dem normalen beobachtet worden. Besonders grosse Überschwemmungen hatten im verflossenen Jahrhundert die Jahre 1807, 39, 55, 59, 62, 78 und 89 aufzuweisen. Bei derartigen Stauungen entstehen nicht selten neue Flussarme, indem das Wasser, in seinem gewohnten Bette aufgedämmt, sich einen seitlichen Abfluss erzwingt. Solches ereignete sich zum Beispiel am Ostersonntag (28. März julischen, d. i. d. 10. April gregor. Stils) des Jahres 1904 am linken Dünaufer gegenüber Keggum, 10 Kilometer unterhalb Ringmundshof: Bei einer gewaltigen Eispressung, deren Reste auf Abb. 29 Taf. XIX zu sehen sind, bahnte sich die Düna über Felder und Wiesen einen Abfluss, der zwischen den Bauerhöfen Shuke

und Lubaus am kurischen Ufer begann und drei Kilometer weiter, beim Höfchen Neuhof, in einen kleinen Nebenbach mündete, durch den die überströmenden Wassermassen mit Umgehung der Eisbarre ihren Weg wieder zur Düna zurück fanden. In früheren Jahren (z. B. 1615, 1771, 1867) ist die Düna bei Eissperrungen am Dahlenholm wiederholt durch die Niederung unterhalb Kurtenhofs und das Tal des Stubbenseeschen Baches in den Jägelsee abgeflossen. Ähnlich wird man sich wohl auch die Entstehung der Flussarme zu denken haben, die unsere grossen Dünainseln Holmhof und Dahlenholm vom Festlande scheiden. Auch der Stenholm mit Katlekaln am linken Dünaufer zwischen Dahlen und Riga ist landeinwärts von einem ehemaligen, gegenwärtig in eine sumpfige Talniederung umgewandelten Flussarm umgeben.

Die in unserem Gebiete verlaufenden Nebenflüsse der Düna sind in dem weiterhin folgenden Verzeichnisse aufgezählt, der grösste von ihnen ist die Ewst [*L*] (lettisch Aiweekste), die — dem Nordwestrande des Tieflandes von Polnisch-Livland folgend — die Zuflüsse des Lubahnschen Sees ableitet. Diese Zuflüsse stammen zum Teil aus der genannten Tiefebene, zum Teil vom Hügellande Polnisch-Livlands. In die Ewst selbst ergiessen sich noch von rechts her mehrere Bäche, die in den ost- und südlivländischen Höhen entspringen. Die Ewst ist bei Hochwasser für Böte und Flösse schiffbar[18]).

Der nächstgrösste Nebenfluss der Düna ist die Oger [*P*] (früher Woga genannt, lett. Ogre). Sie entspringt im südlivländischen Hügellande am Fusse des Nessauleberges [40] in einer Höhe von etwa 250 Metern, dürfte also, nächst der benachbarten Tirse (vergl. S. 50) die höchste Quelle unserer baltischen Flüsse besitzen. Sie hat ein starkes Gefälle, das Bett ihres Unterlaufes ist in den Felsengrund[19]) hineingeschnitten.

Erwähnenswert ist noch die Perse [*N*], die gleichfalls von den südlivländischen Höhen herkommt und kurz vor ihrer Mündung bei Kokenhusen eine romantische Felsschlucht mit einem hübschen Wasserfalle bildet.

Kurische Aa.

Die Kurische oder Semgaller Aa (lett. Leelupe, d. h. Grosser Fluss) [*41*] könnte auch noch als Nebenfluss der Düna

18) Über den Kanal, der das Südende des Lubahnschen Sees in gerader Richtung mit dem mittleren Laufe der Ewst verbindet, siehe auf Seite 40.

19) Ober- und Mitteldevon, siehe die geologische Übersichtskarte.

betrachtet werden, denn ausser einer eigenen Mündung unmittelbar ins Meer bei Bullen besitzt sie eine zweite, die sich bei Bolderaa in das Delta der Düna ergiesst. Sie entsteht aus zwei Quellflüssen, der Muhs [*A*] (Muscha, 140 Kilometer) und der Memel [*B*] (Njemen, 150 Kilometer). Die erste entspringt am Südfusse der kurisch-litauischen Endmoräne (vergl. S. 28), umfliesst diese in weitem Bogen und empfängt nur von rechts Zuflüsse, die teils von den Schaulenschen Höhen, teils von denen bei Ponewesh herabkommen. Die Quellen der zweiten liegen im oberkurisch-litauschen Hügellande, sie nimmt die nordwestlichen Abflüsse dieses Höhengebietes in sich auf. Muhs und Memel vereinigen sich zur Aa gerade in dem Punkte, wo sie in das unter 30 Meter Meereshöhe gelegene Gebiet der Mitauschen Tiefebene eintreten. Vor ihrer Vereinigung strömen beide durch schön ausgebildete, breite Stromtäler, deren stellweise hohe Ufer mancherlei landschaftliche Reize bieten und deren Schutthalden hie und da denselben Dolomit überdecken, den wir bereits am Dünaufer kennen gelernt haben. Bis 25 Kilometer unterhalb des Treffpunktes ihrer Quellflüsse strömt auch die Aa zwischen ziemlich hohen, bei Jungfernhof und Bornsmünde schöne Felsprofile aufweisenden Ufern über Steine und Fliesen in raschem, seichtem Laufe dahin; von Annenburg an aber nimmt ihr Gefälle wesentlich ab und ist von Mitau an ganz unbedeutend, zugleich vertieft der Fluss sich soweit, dass er von Annenburg bis zur Mündung, d. i. auf einer Strecke von 100 Kilometern, von kleinen Fracht- und Passagierdampfern befahren werden kann. Auch die Eckau [*J*] (lett. Eezawa), der grösste Nebenfluss der eigentlichen Aa ist von seiner Mündung bis einige Kilometer aufwärts schiffbar. In ihrem Unterlaufe sendet die Aa einen Arm [*N*] durch das Westende des Babitsees und nahm bis vor einigen Jahren von links die Schlocke [*M*] (lett. Slozene) auf, die an der nordkurischen Wasserscheide entspringt und den Kanjersee durchströmte, neuerdings ist dieses Flüsschen vom genannten See aus unmittelbar ins Meer abgeleitet (s. S. 41).

Die Mitausche Tiefebene wird nicht nur von der Kurischen Aa, sondern auch von allen ihren Nebenflüssen durchströmt. Sie haben allesamt einen sehr eigentümlichen Verlauf: Vergleicht man den grossen Bogen der kurisch-littauischen Endmoräne mit einem Hohlspiegel, so haben diese Flüsschen ungefähr die Richtung von Lichtstrahlen, die von diesem Hohlspiegel nach einem gemeinsamen Brennpunkt hin zurückgeworfen werden. Die Ur-

sache dieser Erscheinung haben wir bereits in der sanften Neigung dieser Tiefebene kennen gelernt (S. 29). Hier sei hinzugefügt, dass alle diese Flüsse und Bäche — soweit sie in der Tiefebene verlaufen — gar keine, oder nur ganz schwach entwickelte Flusstäler aufzuweisen haben, die meist so flach sind, dass sie kaum als Bodensenkungen erscheinen. Infolgedessen treten die Wasserläufe bei Hochwasser ziemlich weit aus ihren Ufern, und auf diesen Überschwemmungsgebieten ist keine andere, als Wiesenkultur möglich. Dafür gehören die hier gelegenen Heuschläge, insbesondere diejenigen am Hauptflusse unterhalb Mitaus, die alljährlich auf natürlichem Wege mit den Abwässern der Stadt berieselt werden, nach Menge und Güte ihres Ertrages zu den besten unseres ganzen Gebietes.

Flüsse von Nord-Kurland.

Von der nordkurischen Wasserscheide herab ergiessen sich mehrere Wasseradern teils nach Nordosten in den Livländischen Meerbusen, teils nach Nordwesten in die offene Ostsee. Erwähnt zu werden verdienen nur die beiden grössten von ihnen, die Roje [*45*] und die Irbe [*46*], die durch Vereinigung der Anger [*A*] mit der Stende [*B*] entsteht. Beide sind in ihrem Unterlaufe der Flössung zugänglich. Auffallend ist an ihnen, sowie an der Kurischen Aa und an mehreren anderen Küstenflüssen Kurlands, dass sie sich dicht vor dem Meeresufer in einem scharfen Winkel nach rechts wenden und eine beträchtliche Strecke dem Meeresufer parallel laufen, ehe sie einen Abfluss finden. Diese Erscheinung beruht wohl auf der herrschenden Richtung des Wellenschlages am Meeresufer, der an der ganzen Westküste Kurlands eine süd-nördliche, beziehungsweise südwest-nordöstliche Komponente hat, während er an der Nordostküste von Nordwesten nach Südosten verläuft. Dieser Wellenschlag wird dort durch die herrschende südwest-nordöstliche Windrichtung, hier, wo das Ufer vor dieser Windrichtung geschützt ist, durch die im Westen offene Form des Livländischen Meerbusens bedingt. Die Wellenbewegung bewirkt ein langsames aber stetiges Fortrücken des lockeren Ufersandes in gleicher Richtung, hierdurch werden die Flussmündungen immer wieder von links her eingeengt und gezwungen sich weiter und weiter nach rechts zu verlegen.

Die Windau.

Die Windau [*48*] (lettisch Wente, littauisch Wenta, russisch Windawa) ist nächst der Düna die wichtigste Wasserstrasse

unseres Gebietes. Ihr Ursprung liegt im kleinen See Labunowo auf den Telschenschen Höhen 213 m. über dem Meeresspiegel. Der kürzeste Abstand zwischen Quelle und Mündung beträgt 200 Kilometer, indessen durchläuft der Fluss — ohne besonders grosse Krümmungen zu beschreiben — so viele kleine Windungen, dass seine Gesamtlänge reichlich 300 Kilometer misst. Das Stromgebiet der Windau beziffert sich auf ungefähr 11 200 Quadratkilometer, etwas weniger, als die Hälfte des Flächeninhaltes von Kurland. Die Breite des Flusses wird in den Grenzen Kurlands auf 50 bis 150 Meter angegeben, besonders schmal war die Mündung, in den letzten Jahrzehnten ist diese indessen zwecks Erweiterung des hier gelegenen Hafens wesentlich verbreitert worden. Dafür besitzt die Mündung der Windau bis mehrere Kilometer aufwärts eine natürliche Tiefe von 7 bis 10 Metern und noch bis Atlitzen, 20 Kilometer stromaufwärts, sinkt die Tiefe fast nirgends unter $5^1/_2$ Meter.

Von der Quelle (213 Meter) bis zum Eintritt in Kurland bei Grösen (42 Meter) sinkt der Windauspiegel auf 140 Kilometer Länge um 171 Meter, hat also ein sehr starkes Gefälle, im Mittel $1{,}22\,^0/_{00}$. Von Grösen bis Goldingen (85 Kilometer) beträgt das Gefälle im Mittel $0{,}31\,^0/_{00}$, ist also immer noch recht lebhaft. Bei Goldingen stürzt der Fluss seiner ganzen Breite nach in einem senkrechten Falle, der sogenannten „Rummel" von 15 auf 10 Meter Meereshöhe herab (Taf. XIII Abb. 19), sodass er auf seinem 75 Kilometer langen Unterlaufe von hier bis zur Mündung sich nur noch um 10 Meter senkt, was einem mittleren Gefälle von $0{,}13\,^0/_{00}$ gleichkommt[20]). Hierbei ist auf den letzten 7 bis 8 Kilometern überhaupt kaum noch eine Senkung des Wasserspiegels zu bemerken.

Schon bei Grösen weist die Windau hohe, malerische Ufer auf, die das Flusstal beiderseits begleiten, indem sie bald hart an sein Bette herantreten, bald weiter von ihm abrücken. Bei Niegranden zeigen sich Kalksteinprofile, die die Anlage mehrerer grosser Kalkbrennereien hervorgerufen haben. Schöne Felsabhänge weist auch der unterste Lauf der Abbus [*J*] oder des Wormsatenschen Baches auf, der sich unterhalb Niegrandens von links her in die Windau ergiesst. Weit grossartiger aber ist die sogenannte „Hohe Wand" kurz oberhalb des

---

20) Diese Zahlen sind dem Profil des Flusses in C. Grewingks „Geologie von Liv- und Kurland" entnommen.

Gutshofes Lehnen, wo das Flussbett, beiderseits von wohl bis 15 Meter hohen Felsenmauern eingeschlossen, lebhaft an die Dünaufer zwischen Stockmannshof und Kokenhusen erinnert (Taf. XII Abb. 18). Auch zwischen Schrunden und Goldingen treten hie und da Steilufer zu Tage.

Wie andere Flüsse, so hat auch die Windau gelegentlich ihr Bett verändert und sogenannte „Altwässer“ hinterlassen. Das bedeutendste unter diesen befindet sich bei der Stadt Pilten (B 4), die ursprünglich an einer Schlinge des Flusslaufes lag, jetzt aber, nachdem der Strom sich einen kürzeren Weg gebahnt und jene Schlinge an beiden Enden verstopft hat, um 2 Kilometer abseits liegt.

Schiffbar ist die Windau für flachgehende Flussdampfer von der Mündung bis einige Kilometer unterhalb Goldingens, aber auch hier sind in Trockenzeiten zahlreiche Sandbänke sehr hinderlich. Seit mehr als zehn Jahren lässt die Regierung Vorarbeiten zur Regulierung wenigstens dieses Teiles der Windau betreiben, nennenswerte Erfolge sind indessen bisher nicht zu verzeichnen, obschon das Flussbett hier einer Vertiefung keine Schwierigkeiten entgegensetzt. Weiter oberhalb ist die Windau meist sehr flach, reich an Steinblöcken aller Grössen und stürzt an vielen Stellen in heftigen Stromschnellen über Felsenklippen dahin. Hier würde eine Regulierung auf weit grössere Hindernisse stossen und ist, unter gegebenen Umständen, nur ein Bootverkehr denkbar. Indessen wird auch dieser durch die hier gebräuchliche Unsitte der „wilden Flössung“ sogut wie unmöglich gemacht. Da nämlich gebundene Flösse die Rummel bei Goldingen nicht passieren können, werden alle Balken — und es sind ihrer alljährlich viele Zehn- oder gar Hunderttausende — durch den Ober- und Mittellauf der Windau ungebunden herabgeflösst, um erst unterhalb Goldingens regelrecht zu Flössen vereint zu werden. Um nun die einzelnen Holzpartieen zusammenhalten zu können, wird von Stelle zu Stelle eine Reihe verbundener Balken quer über den Fluss gespannt. An diesem Wehr lässt man die einzeln herabschwimmenden Balken sich anstauen, und öffnet es erst, wenn die ganze Masse beisammen ist, um nach je so und sovielen Kilometern dasselbe Verfahren zu wiederholen. Da nun alljährlich zahlreiche getrennte Holzpartieen hintereinander herabzuflössen sind, ist der Fluss den ganzen Sommer über von Stelle zu Stelle seiner ganzen Breite nach und auf Strecken bis zu je mehreren Kilometern von

schwimmenden Holzmassen so dicht versperrt, dass auch nicht der kleinste Schwimmvogel, geschweige denn ein Wasserfahrzeug, einen Durchgang finden könnte. Es ist leicht verständlich, dass diese Unsitte auch die Ufer des Flusses und seinen Fischreichtum schädigt.

Schon vor mehreren Jahrhunderten haben die damaligen Herzöge von Kurland die Bedeutung der Windau für ihr Land erkannt und begonnen, sie als Wasserstrasse nutzbar zu machen. Heute noch erkennt man bei Patzkullen, eine Meile oberhalb der Flussmündung, die Reste eines grossen Winterhafens, den Herzog Jakob für seine Flotte hatte anlegen lassen. Auch wurde schon damals eine Regulierung des ganzen Flusslaufes ins Auge gefasst. Einige Jahrzehnte nachdem Kurland sich dem russischen Reiche unterstellt hatte, nahm die russische Regierung diese Pläne wieder auf. Nach gehörigen Vorarbeiten entschloss man sich, die Windau nicht nur zu regulieren, sondern zugleich durch ein Kanalsystem mit der Memel zu verbinden, um den nach der gleichnamigen Stadt Preussens fliessenden Export nach Windau abzulenken. Im Jahre 1825 begann man die Arbeiten mit der Absicht, sie in sieben Jahren zu vollenden. Zahlreiche Soldaten und besoldete Arbeiter wurden angestellt, gewaltige Mengen von Material angeführt. Schon war der über 15 Kilometer lange Kanal fertig, der — einem alten Stromtale folgend — den Oberlauf der Windau mit der Dobese, einem Nebenflusse zweiter Ordnung von der Memel, verbindet (siehe die Karte), schon waren die Arbeiten auch an verschiedenen anderen Punkten in vollem Gange, als die innerpolitischen Unruhen der Jahre 1830 und 31 hemmend dazwischen traten. Alles blieb liegen und ist später nie wieder aufgenommen worden. Der Kanal versumpfte und was von Baumaterialien inzwischen nicht gestohlen worden war, wurde in der Folge auf Geheiss der Regierung zum Bau orthodoxer Kirchen in diesem, bis dahin rein katholischen Gebiete verwandt[21]. Auch auf kurischem Gebiete kann man noch einzelne verfallene Spuren der damals begonnenen Arbeiten erkennen.

Gleich bei ihrem Eintritt in Kurland empfängt die Windau zwei grössere Nebenflüsse, die Waddax [*D*] von rechts und die Wardau [*E*] von links. Unter den folgenden Nebenbächen merken wir uns die Lehtisch [*H*] von links, die Sange [*G*],

21) Vergl. Brockhaus und Efron „Enzyklopädisches Wörterbuch" (russisch), Artikel „Windau".

Zezer [*L*] und Abau [*Q*] von rechts. Die letztgenannte ist der grösste Nebenfluss der Windau, sie stammt von den Höhen Mittelkurlands, die sie in weitem Bogen umfliesst, und erreicht eine Länge von 130 Kilometern. Ihr Unterlauf weist einige schöne Sandsteinprofile auf. Von Saaten westlich von Tuckum an strömt sie in einem mächtig breiten, an landschaftlichen Schönheiten reichen Urstromtal dahin, an dessen Uferböschungen die Städtchen Kandau und Zabeln malerisch gelegen sind. Zwischen diesen empfängt sie von links die Zwillingsbäche Ammul [*b*] und Immul [*c*], die in ihrem Unterlaufe gleichfalls ungemein liebliche Täler durchfliessen.

Westflüsse Kurlands.

Unter den übrigen, in die offene Ostsee mündenden Flüssen Kurlands ist nur die Sacke [*51*] und der Abfluss des Libauschen Sees [*XLIV*] bemerkenswert, weil die Mündungen beider als Häfen dienen. Der grösste unter diesen Flüssen ist die Bartau [*52*], die sich in den Libauschen See ergiesst und durch die Apste [*C*] und den Bahtenschen Bach [*a*] mit der Lehtisch [*48 H*], dem oben erwähnten Nebenflusse der Windau, in natürlicher Verbindung steht.

Verzeichnis der Flüsse.

Der zugehörigen Übersichtskarte genau entsprechend, sind die Hauptflüsse mit schrägen Zahlen, die Nebenflüsse erster Ordnung mit grossen, die Nebenflüsse höherer Ordnungen mit kleinen lateinischen Buchstaben bezeichnet. Rechte und linke Nebenflüsse sind durch (r) und (l) unterschieden.

1. Auf den Ostseeinseln.

1. Der Naswasche Fluss, Abfluss der drei Lachten } auf
2. Die Peddust } Ösel.

2. In den Peipussee münden:

3. Die Sheltscha.
4. Die Welikaja (russ. „die Grosse").
  A. (l). Die Utroja.
  B. (l). Die Kuchwa.
  C. (l). Die Lippa.
  D. (l). Der Kudeb.
5. Die Bümse (Pimpe, Pimsha).
6. Der Woo, durchfliesst beide Werroschen Seen.

7. Der Embach, aus dem Heiligensee durch den Wirzjärw.

A. (l). Die Peddel.

B. (l). Die Ömel, aus dem Weissee — in den Wirzjärw.

C. (l). Der Tennasilm, östlicher Abfluss des Fellinschen Sees, vergl. ***32 F. f.*** — in den Wirzjärw.

a. (r). Der Radi.

D. (l). Die Pedde, entsteht durch die Vereinigung v. ***a*** u. ***b.***

a. (l). Die Pedja, deren Quellbäche sind:

a'. (l). die Awandus, ***a''.*** (r). die Sellie.

b. (r). Die Pahle.

b'. (r). der Sitzbach (Nebenbach der Pahle).

E. (r). Der Elwabach, durch den Ullilaschen See.

F. (l). Der Laiwabach.

a. (l). Die Mudde.

G. (l). Die Amme, aus dem Jenselschen und durch den Ellistferschen See.

H. (r). Der Reolsche Bach.

J. (r). Die Aja.

8. Der Kiawo, aus dem Jegelsee.

9. Der Wennefersche Bach oder Lohusu.

10. Der Pungernsche Bach.

A. (l). Der Tuddolinsche Bach.

3. In den Finnischen Meerbusen münden:

11. Die Narowa, aus dem Peipussee.

A. (r). Die Pljussa.

12. Der Pühajögi (d. i. Heiliger Bach).

13. Isenhofscher oder Purz-Bach.

14. Paddasscher oder Maholmscher Bach.

15. Der Sem, teilt sich vor seiner Mündung in:

A. (l). den Tolsburger Bach und

B. (r). den Kundaschen Bach.

16. Der Selgssche Bach.

17. Der Violsche Bach.

18. Der Loopsche Bach.

19. Der Loksabach oder Walgejögi (d. h. Weissbach).

20. Der Jagowal, bildet den höchsten Wasserfall unseres Gebietes ($6^1/_4$ m).

A. (r). Der Sodelbach.

B. (l). Der Jegelechtsche Bach, fliesst eine Strecke unterirdisch.

21. Der Brigittenbach.
22. Hüerscher Bach.
23. Kegelscher Bach.
24. Wasalemscher Bach.
25. Padisscher Bach.
26. Wichterpalscher Bach.
27. Newescher Bach.

4. Ins Estländische Zwischengewässer münden:

28. Der Pönalsche Bach.
29. Der Kasarjenfluss, im Oberlaufe auch
A. Fickelscher Bach genannt, aus dem Kaismasee.
B. (r). Koschscher Bach.
C. (r). Konoferscher Bach.
D. (r). Stenhusenscher Bach.
E. (r). Lodescher Bach.
30. Der Tehelabach, aus dem gleichnamigen See.

5. In den Livländischen oder Rigaschen Meerbusen münden:

31. Der Audernsche Bach, aus dem Lawasaarschen See.
32. Die Pernau, im mittleren Laufe auch Torgel oder Turgel, im oberen bei Weissenstein Paide genannt.
A. (l). Brandtenscher Bach.
B. (r). Teknalscher Bach.
C. (r). Piometzscher Bach.
D. (r). Kerroscher Bach.
E. (r). Fennernscher Bach.
F. (l). Die Nawast, im Unterlaufe auch Kanzo genannt.
a. (r). Der Saarjögi (d. i. Inselbach).
b. (l). Der Riesabach entsteht aus
c. (l). dem Hallist und
cc. (r) dem Osjo, dieser empfängt den
d. (r). Lemjögi und wird seinerseits aus folgenden 2 Bächen gebildet:
e. (l). dem Köpposchen Bache oder Sillawalla und
ee. (r). dem Ninigal, der in sich aufnimmt
f. (r). den westl. Abfluss des Fellinschen Sees (vergl. *7. C.*).
G. (l). Die Reide (auch Reio oder Reidenhofscher Bach genannt).

a. (r). Der Lehma- (spr. etwa Lechma-) Bach (d. i. Kuh-Bach).
b. (l). Der Schwarzbach oder Uhlasche Bach.
H. (r). Der Sauksche Bach.

33. Die Salis, aus dem Burtnecksee.
A. Die Ruje
B. Die Sedde
C. Die Liddez oder Wrede
} in den Burtnecksee.
D. (l). Die Ihje.

34. Der Heilige Bach (Swehtupe), aus dem Heiligen See bei Lemsal.

35. Der Wetterbach, aus dem Ladenhofschen und durch die Jungfernhofschen Seen.

36. Die Adje.

37. Der Peterbach.

38. Der Lilastbach, aus dem gleichnamigen See.

39. Die Livländische oder Treyder Aa, aus dem Alokstesee.
A. (r). Die Tirse.
B. (l). Die Palze.
a. (l). Die Rause.
C. (r). Der Schwarzbach.
a. (l). Der Perlbach.
b. (l). Die Waidau.
c. (l). Der Petri- oder Schwarzbach.
D. (l). Die Wieje.
E. (l). Die Abbul.
F. (l). Die Raune.
G. (l). Die Ammat.
H. (l). Die Ligat.
J. (r). Die Brasle.

40. Die Düna, entspringt auf der Waldaihöhe a. d. Dwinezsee.
A. (l). Die Druika.
B. (r). Die Indriza.
C. (r). Die Sarija oder der Bukabach.
D. (l). Die Lauze.
E. (r). Der Lixnasche Bach.
F. (l). Der Illuxtbach.
a. (l). Die Dweete.
G. (l). Der Eglon.
H. (r). Die Dubna, durch den Wyschkisee.

a. (r). Die Jascha, durch den gleichnamigen See.
b. (r). Die Feimanka, aus dem gleichnamigen See.
c. (r). Die Uscha.
J. (r). Die Nereta.
a. (r). Die Udsa.
K. (l). Der Robesh- (d. i. Grenz-) Bach.
L. (r). Die Ewst, aus dem Lubahnschen See.
a. Die Malta } in den Lubahnschen See.
b. Die Rositte } in den Lubahnschen See.
c. (r). Die Ika (Itscha).
d. (r). Die Bolupe.
e. (r). Die Peddetz.
ee. (r). Die Alluksne, aus dem Marienburger See.
eee. (l). Die Sitta.
f. (r). Die Leede.
g. (r). Die Kuje.
h. (r). Der Aron.
hh. (r). Bersohnscher Bach.
i. (r). Der Weessetbach, aus dem gleichnamigen See.
M. (l). Der Pixternsche Bach, aus dem gleichnamigen See.
N. (r). Die Perse.
O. (l). Die Setze.
P. (r). Die Oger.
a. (r). Der Innisbach, aus dem gleichnamigen See.
b. (r). Die Azter.
c. (l). Der Bebberbach, durch den Lobesee.
Q. (l). Die Keckau.
(r). Der Mühlgraben, Abfluss des Stint- und Jägelsees, sowie der Weissen Seen.
R. Die Kleine Jägel, mündet in den Jägelsee.
S. Die Grosse Jägel, desgleichen, entsteht aus zwei Quellbächen, nämlich
a. (l). Marienbach und *b.* (r). Suddenbach, und nimmt auf
c. (r). die Tumschupe (d. i. Dunkelbach),
d. (r). die Kreewupe (d. i. Russenbach).

41. Die Kurische oder Semgaller Aa, entsteht folgenden zwei Quellflüssen:
A. (l). Die Muhs (Muscha).
a. (r). Die Kulpa.
b. (r). Die Kroja.
B. (r). Die kurische Memel (Njemen).
a. (r). Die Sussei.

c. (r). Die Dowgiwenna.
d. (r). Die Lawenna.
e. (r). Die Piwessa.
f. (r). Die Tatola.
g. (r). Die Skaritza.

aa. (r). Die Sauke aus dem Saukensee.
aaa. (r). Die Salwe.
b. (r). Die Weessit, aus dem gleichnamigen See.
c. (l). Die Apste (Oposchta).
cc. (r). Die Rawe (Roweja).

C. (l). Die Islitz.
a. (l). Die Berstel.
D. (r). Die Garose, durch einen Arm mit der Eckau, *J*, verbunden.
E. (l). Die Schwitte.
a. (l). Die Lepare.
F. (l). Die Sessau.
a. (l). Die Oglei.
G. (l). Die Würzau.
a. (l). Die Audrau.
H. (l). Die Platone.
a. (r). Die Sudrabe (d. i. Silberne).
J. (r). Die Eckau (vergl. oben unter *D*).
a. (r). Die Lukste.
b. (r). Die Misse.
bb. (r). Die Swirgsde.
bbb. (r). Die Zenne.
K. (l). Die Schwedte, im Unterlaufe durch einen Graben mit der Berse, *L*, verbunden.
a. (r). Die Wilze.
b. (l). Die Terpentine oder Terwete.
c. (l). Die Auze, aus dem Auzschen See.
L. (l). Die Berse (d. i. Birkenbach), mit dem Abfluss des Sebbersees, vergl. oben *K.*
a. (r). Die Abgulde.
b. (l). Die Shukste (Siuxte).
M. (l). Die Schlocke, durch den Kanjersee, der gegenwärtig einen unmittelbaren Abfluss ins Meer hat.
N. (r). Der Zufluss Gahtes-upe und der Abfluss Spunj-upe des Babitsees.

42. Die Latschupe (d. i. Bärenbach).
43. Die Spilwe, durch den Angernsee.
44. Die Grihwe.
45. Die Roje, durch den Sassmackenschen See.

6. In die offene Ostsee münden:

46. Die Irbe, entsteht aus folgenden zwei Quellbächen:
- ***A.*** (l). Die Anger aus dem Usmaitenschen und durch den Pusenschen See.
- ***B.*** (r). Die Stende, mit dem Nebenbache:
  - ***a.*** (l). Die Lohnest, dazu
    - ***aa.*** (r). die Dishe (d. i. die Grosse).

47. Die Nabbe.

48. Die Windau, im Oberlaufe durch einen Kanal mit der Dobese ***(56 C.)*** verbunden.
- ***A.*** (r). Die Tabagina (Dobikinja).
- ***B.*** (l). Die Wirwita.
- ***C.*** (l). Die Sruje (Scherkschnja).
- ***D.*** (r). Die Waddax.
  - ***a.*** (r). Der Eser- (d. i. Seen-) Bach.
- ***E.*** (l). Die Wardau (Wardawa).
- ***F.*** (l). Die Losche (Luscha).
- ***G.*** (r). Die Sange.
- ***H.*** (l). Die Lehtisch, hat mit dem Bahtenschen Bache ***(52 C. a.)*** gemeinsame Quellen.
- ***J.*** (l). Die Abbus.
- ***K.*** (l). Die Koje.
- ***L.*** (r). Die Zezer, durch den Zezernsee.
- ***M.*** (l). Die Kunde.
- ***N.*** (r). Die Ehde.
- ***O.*** (r). Die Reesche.
  - ***a.*** (l). Die Welse.
- ***P.*** (l). Der Paddernsche Bach.
- ***Q.*** (r). Die Abau.
  - ***a.*** (l). Die Weesate.
  - ***b.*** (l). Die Ammul.
  - ***c.*** (l). Die Immul.

49. Die Hasau.

50. Die Riewe.

51. Die Sacke, entsteht aus folgenden zwei Bächen:
- ***A.*** (l). Die Durbe, durch den gleichnamigen See.
- ***B.*** (r). Die Tebber.
  - ***a.*** (r). Die Lasche.
    - ***aa.*** (r). Die Alokste.

52. Die Bartau, durchströmt den Libauschen See.
- ***A.*** (l). Die Erla.
- ***B.*** (r). Die Luba.

C. (r). Die Apsche.
a. (r). Der Bahtensche Bach, entspringt beim Pastorat Bahten zusammen mit der Lehtisch *(48 H.)* aus gemeinsamen Quellen.
D. (r). Die Wartage.
E. (l). Der Tosselbach.
F. (r). Die Otanke oder Purwe } in den Libauschen See.
G. (r). Der Alandbach } in den Libauschen See.
H. (r). Der Tosmarbach, aus dem gleichnamigen See.
53. Die Heilige Aa.

7. Ins Kurische Haff münden:

54. Die Dange (Okmiana).
55. Die Minge (Minia).
A. (r). Die Salanta.
56. Die preussische Memel (Njemen), auf der Karte sind nur folgende Nebenflüsse dieses Stromes sichtbar:
a. (r). Die Swenta (d. i. die Heilige), aus der Seengruppe der Nowo-Alexandrowsker Höhen durch die Wilia zur Memel.
aa. (r). Die Jora.
B. (r). Die Nawese (Newesha).
a. (l). Die Joda.
b. (r). Die Josta.
c. (r). Die Schuschwa.
C. (r). Die Dobese (Dubissa), durch einen Kanal mit dem Oberlaufe der Windau verbunden, vergl. *48.*
a. (r). Die Kroshenta.
D. (r). Die Jura.

Literatur

zur physikalischen Geographie des ostbaltischen Gebiets.

1. Schriften.

Hupel „Topographische Nachrichten von Lief- u. Ehstland". 3 Bde. 1774—1782.
Fischer „Versuch einer Naturgeschichte von Livland" 1778. 2 Aufl. 1791.
Friebe „Physisch-ökonomische u. statistische Bemerkungen von Lief- u. Estland" 1794.
Watson „Orographische Skizze v. Kurland" Jahresverh. d. Kurl. Gesellsch. f. Literatur und Kunst, Bd. I 1819. Mit einer Karte.

Watson „Hydrographische Skizze v. Kurland“ ebenda Bd. II 1822. Mit einer Karte.
Bienenstamm „Geographischer Abriss der drei deutschen Ostseeprovinzen Russlands“ 1826.
ders. „Neue geographisch-statistische Beschreibung des kaiserl.-russ. Gouv. Kurland“, durchgesehen von Pfingsten, 1841.
Possart „Statistik u. Geographie des Gouv. Kurland“ 1843.
ders. „Statistik u. Geographie des Gouv. Estland“ 1846.
Stuckenberg „Hydrographie des russischen Reichs“ 6 Bände 1844—49.
Wittenheim „Russlands Wasserverbindungen“ 2. Aufl. 1842.
Struve „Beschreibung der Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands in d. Jahren 1821—1831“ 2 Bde. 1831.
ders. „Resultate der in den Jahren 1816—19 ausgeführten astronomisch-trigonometrischen Vermessung Livlands“ 1844 (Mémoires de l'Acad. d. sc. Pétersb. Sc. math. T. IV).
Rathlef „Skizze der orographischen und hydrographischen Verhältnisse Liv-, Esth- u. Kurlands“ 1852. Mit 2 Karten.
Müller „Beiträge zur Orographie u. Hydrographie von Estland“ 2 Teile 1869 u. 71 mit je einer Karte.
„Ergebnisse des Generalnivellements von Livland, Estland u. Ösel, herausgeg. v. d. Kaiserlich-Livländischen Gemeinnützigen u. Ökonomischen Societät“. 1877, 1883 u. 1886, mit je einer Karte.
„Materialien zur Erforschung der Seen Livlands“ in den Sitzungsber. d. Dorpater Naturf.-Ges., beginnend mit d. J. 1905, darunter namentlich die Arbeiten von M. v. zur Mühlen „Entwicklungsgeschichte d. Spankauschen Sees . . . .“ 1906, „Mitteilungen über die Seen v. Tilsit, Alt-Waimel u. Schreibershof“ 1908, „Die Raugeschen Seen“ 1908 und L. v. zur Mühlen „Der Soizsee“ 1909.
Doss, siehe im Literaturverzeichnis des geologischen Teiles dieses Buches.
Lehmann Einleitung zur „Flora von Polnisch Livland . . .“ im Archiv für die Naturkunde Est- Liv- u. Kurlands II Ser. Bd. XI 1895. Dorpat.
Ludwig „Die Küstenseen des Rigaer Meerbusens“ in d. Arb. d. Naturf.-Ver. zu Riga, Neue Folge H. 11. 1908.

2. Karten

ausser den in vorstehenden Werken enthaltenen und den im letzten Teile dieses Buches genannten.

Tillo „Hypsometrische Karte d. Russ. Reichs“ Petersb. 1896 (russisch).
Die vom russischen Generalstabe herausgegebenen Kartenblätter im Masstabe von 1, 2 und 3 Werst auf 1 Zoll.
Die vom deutschen Generalstabe herausgegebenen „Topographischen Spezialkarten v. Mitteleuropa“ im Masstabe 1 : 200 000.
Die in der kartographischen Abteilung d. Kgl.-Preussischen Landesaufnahme 1895 bearbeitete „Übersichtskarte des Deutsch-Russischen Grenzgebietes“ im Masstabe 1 : 300 000.

Abschnitt 4.

Das Baltische Meer.

Von

K. R. Kupffer.

Grösse.

Die ganze Ostsee oder — wie wir sie wegen ihrer für uns nicht östlichen Lage passender nennen sollten — das Baltische Meer hat eine Gesamtoberfläche von nahezu 6700 geographischen Quadratmeilen[1] [2]) wovon etwa 1900 auf den Bottnischen, 550 auf den Finnischen, 290 auf den Livländischen oder Rigaschen Meerbusen und endlich etwa 35 auf das sogenannte Estländische Zwischengewässer, d. h. auf die Wasserfläche zwischen der Westküste Estlands und den Inseln Ösel, Dagö, Worms, entfallen.

Tiefe.

Auf der in unserem Atlasse enthaltenen oro-hydrographischen Übersichtskarte sind die Meeresgebiete mit 0—20, 20—50, 50—100 und über 100 Metern[3]) Tiefe gegen einander abgegrenzt. Man sieht daraus, dass der ganze Livländische Meerbusen nur an einer einzigen kleinen Stelle, südöstlich von der Insel Runö, eine Tiefe von etwas mehr als 50 Metern erreicht. Der Finnische Busen ist stellweise bis 100 Meter tief, so namentlich zwischen Reval und Helsingfors, sowie zwischen Odinsholm und Hangö. Weiter westwärts senkt der Meeresgrund sich noch tiefer, erreicht aber im Bereiche unserer Karte nur an wenigen Punkten eine

---

1) 1 geogr. Quadratmeile ist gleich 55,0861 Quadratkilometern oder 48,4034 Quadratwersten.

2) Nach Ackermann „Beitr. z. phys. Geogr. d. Ostsee“ 6963 □ Meilen.

3) Ungefähr 0—66, 66—164, 164—328, über 328 russ. oder engl. Fuss.

Tiefe über 120 Metern. Der tiefste Punkt der Karte, 183 Meter, liegt westlich von der Insel Dagö[4]. Auch der ganze südliche Teil des baltischen Meeres, jenseits einer von Libau zur Südspitze der schwedischen Insel Gotland gezogenen Linie, ist nur an wenigen Stellen 100—150 Meter tief. Senkungen von 150 bis 250 Meter und noch etwas darüber finden sich in grösserer Ausdehnung etwa in der Mitte zwischen Gotland und den baltischen Küsten, ferner — merkwürdiger Weise — in dem engen Sunde zwischen den Ålandsinseln[5] und dem schwedischen Festlande, bis 300 Meter endlich nahe an der Westküste des Bottnischen Busens bei den kleinen schwedischen Inseln Ulfö[6] (bis 271 Meter). Der allertiefste Punkt aber liegt etwa halbwegs zwischen Stockholm und der Nordspitze von Gotland, hier senkt sich der Meeresboden um mehr als 400 Meter unter die Oberfläche[7].

Untiefen.

Wichtiger als die grössten Tiefen sind für Seefahrer und Fischer die Untiefen des Meeres, die gefährlichen Felsklippen und Steinriffe, sowie die fischreichen Sandbänke. Sie finden sich naturgemäss am häufigsten in der Nähe der Küsten, und zwar — deren Ausbildung entsprechend — Sandbänke vornehmlich an den Küsten Kur- und Livlands, Felsklippen an den Gestaden Estlands sowie unserer Inseln; Stein- oder Blockriffe gibt es hier wie dort. Besonders bemerkenswert sind die folgenden Untiefen:

Vom Michaels-Leuchtturm an der Nordküste Kurlands erstrecken sich in nordwestlicher Richtung etwa 20 Kilometer weit die sogenannten Michaelsbänke, denen als Fortsetzung der

---

4) Zum Vergleich sei angeführt, dass die höchsten Bauwerke unserer Heimat, der Olai-Kirchturm in Reval und der Petri-Kirchturm in Riga 139, bezw. 123,5 Meter hoch sind, sie würden also, auf den Grund des Meeres gestellt, nur an wenigen Punkten der Karte vom Wasser überdeckt werden. Aus dem rigaschen Meerbusen würden sie überall um mehr als die Hälfte hervorragen (vergl. Tafel XXVIII).

5) Sprich „Oolandsinseln".

6) Auf dem Breitengrade von Nikolaistadt in Finnland.

7) Nach Ackermann (Literaturverz.) sind es zwar nur 323 m, nach neueren Untersuchungen dagegen über 463 m. Zum Vergleich sei bemerkt, dass der höchste Gipfel des ostbaltischen Gebietes, der Munamägi bei Hahnhof, 324 Meter über den Meeresspiegel emporragt und dass das höchste menschliche Bauwerk der Welt, der Eiffelturm in Paris, 300 Meter hoch ist, sein Grund ruht etwa 30 Meter über der Meeresoberfläche (vergl. Tafel XXVIII).

Öselschen Halbinsel Sworbe in südwestlicher Richtung ein etwa ebenso langes, schmales Block- und Sandriff entgegenkommt, so dass die Einfahrt in den Rigaschen Meerbusen für grosse Schiffe recht schwierig ist.

Ein anderes Riff erstreckt sich unterseeisch von der Nordspitze Kurlands bei Domesnäs in nordöstlicher Richtung. Bis vor einigen Jahren war dieser für die Seefahrer wichtige Punkt durch ein am Meeresgrunde verankertes Leuchtschiff gekennzeichnet, gegenwärtig befindet sich dort, etwa 6 Kilometer vom Ufer enfernt, ein fester Leuchtturm.

Beschwerlich ist auch die nördliche Einfahrt in den Livländischen Meerbusen. Der seichte Kleine Sund zwischen Ösel und Moon ist seit mehr als 10 Jahren durch einen Fahrdamm gesperrt; der Grosse oder Moon-Sund aber, zwischen der Insel Moon und dem Festlande, ist reich an Untiefen, Klippen und kleinen Inseln; seine Zugangstiefe beträgt stellenweise weniger als 6 Meter. Hier sind namentlich die Kummara-Bänke berüchtigt, die westlich vom gleichnamigen Eilande im estländischen Zwischengewässer gelegen sind. Der Soëla-Sund[8]) zwischen Ösel und Dagö ist für grössere Schiffe unfahrbar, desgleichen die seichte Wasserstrasse zwischen der Insel Worms und der Halbinsel Nuckö. Der Harri-Sund zwischen Dagö und Worms wird durch die kleine Insel Harrilaid nebst der sie umgebenden Untiefe eingeengt. Hier befindet sich auch der gewaltige Erik-Stein, ein gegen 6 Meter hoher Granitblock auf einem kleinen Steinriff.

Die gefährlichsten unterseeischen Felsklippen und Riffe sind den Westküsten Ösels und Dagös vorgelagert. Besonders berüchtigt ist der Teufelsgrund westlich von der kleinen Insel Filsand und der Neckmannsgrund westlich von Tahkona[9]) an der Nordspitze Dagös. Beide sind gegenwärtig durch Leuchtschiffe kenntlich gemacht. Nach den Berichten gewerbsmässiger Taucher, die an diesen Orten alljährlich mit dem Bergen versunkenen Schiffsgutes zu tun haben, sollen sich hier aus einer mittleren Meerestiefe von 15—20 Metern steile Felsen bis dicht unter die Oberfläche erheben. An ihrem Fusse liegen ganze Flotten, die sich im Laufe der Jahrhunderte in diesem

8) Im Worte Soëla sind o und e getrennt auszusprechen.

9) Das h ist in diesem, wie überhaupt in allen aus dem Estnischen stammenden Worten, hörbar auszusprechen.

nassen Grabe zusammengefunden haben. Ganz ähnlich ist der durch eine Glockenboje gekennzeichnete Stapelboden nördlich von der Insel Worms; er mag seinen Namen wohl den Mengen von Schiffsteilen und Frachten verdanken, die hier auf dem Meeresboden aufgestapelt sind.

Auch an der Nordküste Estlands findet sich eine ganze Reihe gefürchteter Untiefen. So der Neu-Grund ($1^1/_2$ Meter) und der Gras-Grund (6 Meter) zwischen den Inseln Odinsholm und Gross-Rogö, der Sundstein (0,6 Meter unter der Oberfl.) zwischen Odinsholm und der Landecke Spitham, der mit einem Leuchtschiff versehene Revels-Stein ($1^1/_2$ Meter) und das Devils-Ei (Teufels-Ei, 2 Meter) nördlich von Reval, der Schnee-Grund, Trommel-Grund und andere weiter ostwärts.

An mehrere der genannten sowie an verschiedene andere, den Schiffen gefährliche Punkte unserer Küsten knüpfen sich teils auf Wahrheit, zumeist aber auf Dichtung beruhende Überlieferungen über See- und Strandraub, namentlich über Leute, die in stürmischen Nächten durch falsche Feuerzeichen Schiffe ins Verderben gelockt haben sollen, um sie nachher auszuplündern.

Meeresgrund.

Der Grund unseres Meeres besteht in der Nähe der Küsten und auf den Untiefen, entsprechend der Beschaffenheit des nächstbenachbarten Landes, meist aus Sand, Kies oder Geröll. Seltener und nur in den nördlichen Teilen der Ostsee findet sich fest anstehender nackter Felsboden, der in den estländischen und südschwedischen Gewässern aus Kalkstein, in den finnischen und nordschwedischen aus Granit oder Gneis besteht. An tieferen Stellen sowie auch in stillen Buchten hat sich am Meeresgrunde ein sehr feiner Schlamm oder Schlick abgelagert, der ein mannigfaltiges Gemenge von Ton, Mergel und sehr feinkörnigem Sande darstellt und mehr oder weniger reichliche Beimengungen von Schalen, Auswurfstoffen und Verwesungsresten der tierischen und pflanzlichen Bewohner des Meeres enthält.

Küsten.

Ein flüchtiger Blick auf irgend eine Karte des ostbaltischen Gebietes genügt, um eine auffallende Verschiedenheit in seiner Küstengliederung bemerken zu lassen. Von Ostpreussen her über die ganze Küste Kurlands und Livlands bis nach Pernau zieht der Strand in einer verhältnismässig einfachen geraden oder nur grosszügig geschwungenen Linie dahin. Ganz anders

sieht dagegen die Küste Estlands und unserer Ostseeinseln aus: zahlreiche Buchten und Halbinseln, eine Menge vorgelagerter Eilande der verschiedensten Grösse geben der Strandlinie ein ziemlich reich gegliedertes Ansehen; nur im äussersten Osten Estlands findet sich eine geradlinige Küstenstrecke, die sich aber durch schroffe Uferfelsen vom flachen kur- und livländischen Sandstrande sehr bedeutend unterscheidet. Lassen wir nun den Blick über die zwischenliegenden Meeresteile nach Finnland oder Schweden hinüberschweifen, so bemerken wir dort eine noch viel stärker ausgeprägte Zerrissenheit der Küste; hier herrscht ein solches Gewirr tief einschneidender, mannigfach gekrümmter Buchten, weit vorspringender Festlandspitzen, dahinter gelegener Binnenseen, vorgelagerter Inseln der verschiedensten Grösse, dass es stellenweise schwer ist, die Strandlinie zu verfolgen.

Diese auffallenden Verhältnisse finden ihre Erklärung in der verschiedenartigen Beschaffenheit des Gesteinsuntergrundes, der die genannten Küstengebiete unterlagert. Ein Blick auf die in unserem Atlasse enthaltene geologische Übersichtskarte belehrt uns, dass die Küsten Kur- und Livlands — abgesehen von kurzen Strecken am Libauschen und beim Kanjer-See — von Sandstein unterlagert sind, während Estland und unsere Ostseeinseln auf einem Grunde von Kalkstein, Finnland und fast ganz Skandinavien endlich unmittelbar auf festem Granit ruhen. Hierzu kommt, dass die das feste Grundgestein überlagernde lockere Bodenschicht in der Richtung von Süden nach Norden an mittlerer Mächtigkeit beträchtlich abnimmt[10]). Bedenkt man, dass jede Küstenbildung das Ergebnis einer Wechselwirkung örtlicher Naturkräfte ist, unter denen die Brandung und die Lösungsfähigkeit des Meerwassers zerstörend, die Widerstandsfähigkeit des Gestades erhaltend, die Anspülung festen Erdreichs aufbauend tätig ist, so versteht man leicht, warum das natürliche Bestreben der Meereswogen, die Strandlinie durch Vernichtung aller Vorsprünge grade zu richten, im Gebiete des wenig widerstandsfähigen Sandsteins den meisten, in dem des festen Granits den geringsten Erfolg gehabt hat.

Auch abgesehen von ihrem Verlauf können die Küsten sehr mannigfaltig ausgebildet sein, vor allem fällt der Gegensatz zwi-

---

10) Wir werden später erkennen, dass dieses auf der Entwicklungsweise der Hauptmasse unseres lockeren Bodens durch südwärts gerichtete Gletscherbewegung beruht.

schen Steil- und Flachküsten sehr ins Auge. Beide sind in recht verschiedenartiger Gestalt auch unserer Heimat eigen, wie wir bereits in früheren Abschnitten dieses Buches erfahren haben (S. 8, 10, 14, 31—33).

Steilküsten.

Alle Steilküsten, seien es Felswände, Glint oder Kliff (vergl. S. 10, 15), stellen sich als höhere oder niedere, mehr oder weniger steile Durchschnitte, sogenannte Profile, durch den am Orte befindlichen lockeren Boden oder festes, fachmännisch ausgedrückt „anstehendes" Grundgestein dar. Meist werden die unteren, der Brandung und den Eispressungen mehr ausgesetzten Schichten schneller unterwaschen oder ausgenagt. Dadurch entstehen überhängende Felswände, deren vorspringende obere Ränder endlich in grossen Blöcken herabstürzen, um nun auf dem von ihnen gebildeten Felstrümmerstrande durch Gefrieren in Spalten eingedrungenen Wassers, durch den Anprall der Wogen, durch Übereinanderkollern bei heftiger Brandung, durch Schiebungen beim Eisgange mehr und mehr zerkleinert, zermahlen zu werden (siehe Abb. 7—11 auf Taf. VII—IX).

Wechseln im Gestein mehr und weniger widerstandsfähige Partien mit einander ab, so kommt es hierbei zur Bildung von Löchern, Höhlen, Grotten und dergleichen (Abb. 9 u. 11). Schliesslich können besonders feste Gesteinsmassen als abgetrennte, meist wunderlich geformte „Strandpfeiler" stehen bleiben, während das zusammenhängende Felsenufer weiter landeinwärts rückt.

Die Verwitterungsmassen unserer Felsenküsten sind stellenweise so bedeutend, dass sie den Uferhang selbst völlig bedecken. An solchen Stellen sieht man anstatt einer ungefähr senkrechten Felsenwand eine mehr oder weniger geneigte Schutthalde.

Ehemalige Steilküsten.

Nicht immer hat das Baltische Meer zwischen seinen gegenwärtigen Ufern gelegen, es hat Zeiten gegeben, da ausgedehnte Strecken unseres heutigen Festlandes vom Meerwasser überdeckt waren. Solches erkennt man namentlich an den Ablagerungen von Meeresmuscheln und Resten anderer Seetiere oberhalb der gegenwärtigen Meeresoberfläche. Selbstverständlich hatte die See sich auch damals hie und da Steilküsten geschaffen, die nunmehr — nachdem das Wasser längst von ihrem Fusse zurückgetreten ist — als Zeugen einer fernen Vergangenheit dastehen. Daher findet man stellenweise in Estland und auf unseren Inseln Glint- und Pank-Bildungen in grösserer oder geringerer Entfer-

nung vom gegenwärtigen Meeresufer. So ist der herrliche „Laksberg“ bei Reval [12] (44 m. hoch), der Glint bei Kunda, Kandel, Fall, bei St. Matthias südlich von Baltischport, bei Pullapä westlich von Hapsal, bei Friedrichsberg südlich von der Matzalwiek entstanden, desgleichen der Kallaste-Pank nördlich von Pühalep auf Dagö und manche andere.

Die Blauen Berge [26] nördlich von Dondangen an der Nordspitze Kurlands (vergl. S. 27) stellen gleichfalls ein altes, von der gegenwärtigen Küste 8 bis 20 Kilometer entferntes Steilufer dar, das hier in denselben wenig widerstandsfähigen Sandstein (vergl. die geologische Karte) eingeschnitten ist, der — wie schon früher (S. 15) bemerkt — auch am heutigen Ufer zwischen Pernigel und Kürbis zu Tage tritt[11]).

Überreste kliffartiger, d. h. aus weniger festem Materiale bestehender Steilküsten sind zum Beispiel die Abhänge des Köpposchen Geröllrückens auf Dagö [9] (vergl. S. 8), der Kodaramägi und Widoberg auf Ösel [2 u. 3] (vergl. S. 7), der Abhang zwischen Mento und Kolz auf der Halbinsel Sworbe [1] (vergl. S. 7) sowie die Böschung zwischen Kapseden und Wirginalen [93] (vergl. S. 26).

Flachküsten.

Während unsere Steilküsten allenthalben die zerstörende Einwirkung der Brandung auf das Ufer zur Anschauung bringen, sind die Flachküsten entweder Anzeichen eines wenig veränderlichen Verhältnisses zwischen Wasser und Land, oder aber ein bald mehr bald weniger deutliches Bild aufbauender Tätigkeit der Meereswogen.

Beobachtet man bei sanft bewegter See, wie die Wellen einen flachen Sandstrand bespülen, so sieht man eine nach der anderen am sanft geneigten Ufersaum eine Strecke weit hinauflaufen, stehen bleiben und zurückfliessen. An der äussersten Grenzlinie, bis zu der sie hinaufgerollt war, hinterlässt die Welle eine feine Kante die aus kleinen ausgeworfenen Sandkörnchen besteht. Diese Kante bleibt, bis sie entweder von einer folgenden Welle überspült und etwas weiter landeinwärts vorgeschoben wird, oder bis sie — bei sinkendem Wasserstande — austrocknet, worauf die Sandkörnchen durch den an allen Küsten vorherrschenden Seewind landeinwärts getrieben werden. So geht es Welle um Welle, Tag für Tag, jahraus jahrein. Zwar wird diese Ausspü-

11) Dondangen und Pernigel liegen auf gleicher geogr. Breite.

lung oft und mitunter auf lange Zeit unterbrochen, wenn Regen den ausgeworfenen Sand befeuchtet oder wenn Frost ihn verkittet, sodass der Wind die einzelnen Körnchen nicht fortbewegen kann; wenn Schnee und Eis den Strand bedecken; wenn heftige Stürme das Ufer peitschen und stellweise binnen kurzem fortreissen, was im Laufe von Wochen und Monaten angetrieben worden ist. Aber im grossen und ganzen wird Jahr für Jahr neues Material ausgeworfen, der Strand wächst. Dieser Vorgang wird durch ins Meer hinausgebaute Dämme und Wellenbrecher wesentlich beschleunigt, das lässt sich bei allen Hafenorten, die Molen besitzen, beobachten. Besonders auffällig hat es sich während der letzten Jahrzehnte bei Libau südlich von der Einfahrt in den Hafen gezeigt.

Geröllstrand. Sehr eigenartig ist die Beschaffenheit des Strandes an den zahllosen Vorsprüngen, Spitzen und kleinen Eilanden der Küsten Estlands und unserer Ostseeinseln sowie auch an einigen geradlinigen Uferstrecken. Hier findet man einen Saum von wechselnder Breite, der aus Geröll, d. h. aus verschiedenartigen Steinen jeder Grösse, vom Sandkorne bis zum haushohen Findlingsblock, besteht (Taf. V Abb. 4). Jeder Stein und jedes Steinchen ist durch das Hin- und Herrollen in der Brandung wohl gerundet und geglättet. Bis zu der Höhe, wohin der Wellenschlag bei Hochwasser und Sturm zu reichen pflegt, fehlt eine geschlossene Pflanzendecke, nur hie und da zerstreut finden sich einige Strandkräuter (Taf. XXVI Abb. 44). Es ist selbstverständlich, dass an solchen Geröllküsten Steine jeglicher Grösse auch den angrenzenden Meeresboden bedecken und, hier aus der Wasserfläche emporragend, dort unter ihr verborgen, den Küstenfahrern gefährlich sind.

Jede heftigere Brandung reisst den bei ruhigem Wellenspiel angetriebenen Sand wieder ins Meer zurück und arbeitet an der Zerkleinerung des Gerölles; die Eismassen aber, die gerade an Vorsprüngen der Küste im Laufe der Wintermonate herangetrieben werden, führen dem Ufer immer wieder neue Gesteinsblöcke zu, die sie am Grunde des Meeres mit unwiderstehlicher Gewalt vor sich her schieben. Wenn man bedenkt, dass an unserem Strande Eisstauungen beobachtet worden sind, die bei einer Länge von 750 und einer Breite bis zu 150 Metern eine Höhe von mehr als 10 Metern über der Meeresoberfläche erreichten[12]),

12) Nach B. Doss im Korresp.-Bl. des Naturf.-Ver. zu Riga Band XLVII S. 23, 1904.

wenn man weiss, dass entsprechend dem spezifischen Gewicht des Eises $^9/_{10}$ seiner Masse beim Schwimmen im Wasser untergetaucht sind, so wird man ermessen können, welche Gewalt solchen Eispressungen, die mitunter in wenigen Stunden entstehen können, inne wohnt und bis zu welcher Tiefe sie den Grund des Meeres aufzuwühlen vermögen. Von so manchem auffallenden Steinblock unserer Küsten wissen die benachbarten Strandbewohner genau den Tag und die Stunde anzugeben, wann er vom Eise aus der Tiefe ans Ufer gebracht worden ist.

Strandwälle.

Je nach den obwaltenden Umständen, kann am Geröllstrande entweder die Zerkleinerung und Abschwemmung, oder die geschilderte Zufuhr neuer Geröllmassen überwiegen. Häufige Eispressungen erzeugen die sogenannten Strandwälle, die aus grobem Geröll bestehen und sowohl von der See- als auch von der Landseite her als mehr oder weniger deutliche Erhebungen kenntlich sind.

Schlammstrand.

Zu dem Geröllstrande der Vorsprünge steht die Uferbildung in den Buchten der Küsten Estlands und unserer Ostseeinseln in auffallendem Gegensatz. Diese seichten, mehr oder weniger abgeschlossenen Gewässer sind weder der Brandung noch den Eispressungen in nennenswertem Masse ausgesetzt, infolge dessen fehlen hier alle Erscheinungen, die von diesen Naturkräften abhängen. Das sanft bewegte Wasser ist hier nicht imstande das Ufer abzuspülen, kann ihm aber auch nur die feinsten festen Bestandteile zuführen, die es lange genug flutend zu erhalten vermag. Dieser Feinschlamm ist hier tonig, dort stark kalkhaltig, da mehr oder weniger feinsandig und pflegt mit Auswurfstoffen, Verwesungsresten und anderen Überbleibseln der Tier- und Pflanzenwelt des gegebenen Gewässers vermengt zu sein. Durch Ablagerung solchen Schlammes wird die Bucht immer seichter, zugleich wachsen ihre Ufer, es geht eine allmähliche Verlandung vor sich. Als eines der bekanntesten Beispiele sei die Verflachung und Verlandung der Bucht von Arensburg an der Südküste der Insel Ösel erwähnt, die zur Zeit der Erbauung des dortigen Ordensschlosses (1334) einen „trefflichen Hafen" darstellte, während gegenwärtig bloss Ruder- und Segelböte, auch diese nur an bestimmten Stellen, in die Bucht einfahren können.

Dank dem Fehlen der Brandung, dem festeren Zusammenhalt und der Fruchtbarkeit dieses Schlammbodens vermag sich an solchen Küstenstrecken ein dicht geschlossener Pflanzenwuchs bis an oder gar bis in das Meerwasser hinein anzusiedeln. So entstehen die Strandwiesen, Strandsümpfe und Strandröhrichte, an denen die Meeresbuchten Estlands und der ostbaltischen Inselwelt so reich sind. In grösster Ausdehnung findet man sie in der Matzalwiek an der Westküste Estlands (Taf. XX, Abb. 31).

Heilschlamm.

Durch besonders reiche Ablagerung gewisser tierischer Abfallstoffe hat sich in verschiedenen stillen Buchten und von der offenen See abgeschnürten Brackwasserseen der geschätzte Heilschlamm gebildet, durch den namentlich Hapsal an der Westküste Estlands, Arensburg an der Südküste und neuerdings auch Kielkond an der Westküste Ösels als Kurorte berühmt geworden sind[13]), der aber auch in einigen Strandseen vorkommt (vergl. S. 41).

Strömungen.

Das Landgebiet, dessen fliessende Gewässer sich durch etwa 250 Bäche und Flüsse, darunter einige recht ansehnliche, in das Baltische Meer ergiessen, umfasst etwa 1 660 000 Quadrat-Kilometer, das ist beinahe ebensoviel, wie Deutschland, Österreich und Frankreich zusammengenommen. Die bedeutende, der Ostsee zufliessende Wassermenge erzeugt in ihr beständige Strömungen, die im wesentlichen, aus dem Bottnischen, Finnischen und Livländischen Meerbusen heraustretend, sich teils an beiden Küsten, teils auch in der Mittellinie der südwestlichen Ostseehälfte verfolgen lassen und endlich durch den Sund (Öresund) sowie die beiden Belte in den Kattegat, den Skagerrak und die Nordsee münden. Hier wird das Ostseewasser durch die Strömungen der Nordsee nach Norden abgelenkt und dem östlichen Ausläufer des Golfstromes zugeführt, der die West- und Nordwestküsten Norwegens bespült.

Indem dieser austretende Ostseestrom die drei nebeneinanderlaufenden Engpässe im Öresund, im Grossen und im Kleinen Belt durchfliesst, füllt er den ersten und letzten von ihnen meist vollständig aus, in dem breiteren und tieferen Grossen Belt hingegen hat man von 20 Metern Tiefe an bis zum Grunde[14])

---

13) A. Goebel „Über den heilsamen Meeresschlamm an den Küsten der Insel Ösel . . . . . .“ Dorpat 1854. (Diss.)

14) Die tiefste Rinne des Grossen Belts ist ihrer ganzen Länge nach

einen von der Nordsee in das Ostseebecken eintretenden Strom festgestellt.

Neben diesen regelmässigen Strömungen kommen natürlich auch unregelmässige, durch Winde und Schwankungen des Luftdruckes verursachte vor. Sehr merklich ist z. B. das Zurückströmen des Wassers von einer Küste, an der es vorher durch anhaltenden Seewind aufgestaut worden war. Zu den unregelmässigen Strömungen gehören wohl auch die im Livländischen Meerbusen beobachteten. In der Regel soll nämlich ein Zweig des den Finnischen Meerbusen in ostwestlicher Richtung durchziehenden Stromes durch den Harri- und Moonsund in den Livländischen Meerbusen eindringen, dessen Ostküste bespülen und durch die Meerenge zwischen Domesnäs an der Nordspitze Kurlands und Swalferort an der Südwestspitze Ösels austreten. Bei westlichen und südwestlichen Winden soll dieser Strom jedoch durch einen entgegengesetzt verlaufenden unterdrückt werden.

Wasserstandshöhe.

Die an allen, mit dem Weltmeere in breiter Verbindung stehenden Meeresteilen sehr auffallende Erscheinung der Gezeiten, die in einem regelmässigen Wechsel von Ebbe und Flut besteht, ist in der Ostsee nicht zu beobachten, weil der Zugang zu ihr allzu eng ist, um im Laufe weniger Stunden durch Zu- und Abfluss eine merkliche Niveauschwankung zu ermöglichen. Die gelegentlich zu beobachtenden, nicht unbeträchtlichen Veränderungen der Wasserstandshöhe beruhen auf Windwirkung und auf ungleicher Verteilung des Luftdruckes. Es wird nämlich das Meerwasser nicht nur durch andauernd aus einer Richtung wehenden Wind an dem diesem Winde ausgesetzten Ufer angestaut, sondern ausserdem durch das auf seiner Oberfläche lastende Gewicht der Atmosphäre aus Gegenden mit höherem in solche mit niederem Luftdruck verdrängt. Nicht mit Unrecht pflegen unsere Strandbauern daher nach dem Stande der Meeresoberfläche das Wetter vorherzusagen: es fällt nämlich aus den dargelegten Gründen gewöhnlich ein tiefer Wasserstand mit einem hohen Barometerstande zusammen und umgekehrt.

In der Regel verlaufen die Schwankungen der Wasserstandshöhe ruhig und langsam, mitunter aber auch plötzlich. Solches ist der Fall bei den Sturmfluten noch mehr aber bei den

über 30 Meter tief, während die Tiefenrinne des Kleinen Belts an ihrer seichtesten Stelle nur 17, die des Öre-Sundes sogar nur 12 Meter Tiefe misst.

sogenannten „Seebären“[15]. Jene ereignen sich bei plötzlich hereinbrechenden Stürmen und vermögen unter Umständen in wenigen Stunden ein Ansteigen des Wasserstandes um mehrere Meter zu veranlassen, diese treten auch bei Windstille auf, sind oft von Donnergetöse begleitet, werden vermutlich durch unterseeische Erdbeben hervorgerufen und bewirken ein plötzliches Steigen und Fallen des Meereswassers innerhalb noch kürzerer Zeit. Im allgemeinen sind die „Seebären“ seltene Erscheinungen, jedoch sind einige auch an unseren Küsten beobachtet worden[16]. So begann das Meerwasser bei Kertel auf der Insel Dagö am 15. Jan. 1858 um 2 Uhr 10 Minuten Nachmittags plötzlich zu steigen und in den Kertelschen Bach einzudringen; nur 10 Minuten später sank es bereits, nachdem es das Niveau des Baches um fast einen Meter (2′ 11″ Pariser Mass) erhöht hatte; 6 Minuten später kam eine zweite, noch höhere Woge, die ein Steigen des Baches um mehr als einen Meter (3′ 4″ Pariser Mass) veranlasste; nach einer weiteren Viertelstunde aber war das Wasser bereits auf seinen normalen Stand zurückgesunken. Sehr bemerkenswert ist, dass $5^1/_2$ Stunden früher in Schlesien und Ungarn ein Erdbeben verspürt worden war. Bei einem in Pernau beobachteten Seebären stieg und fiel das Meerwasser sogar um den Betrag von nahezu 3 Metern (fast 10 Fuss).

Winde.

Über die Windverhältnisse unseres ganzen Gebietes wird in dem Abschnitte, der die hiesige Witterung im allgemeinen behandelt, alles nötige gesagt werden. Hier sei nur bemerkt, dass die vorherrschende Windrichtung im Gebiet der Ostsee fast allenthalben aus dem südwestlichen Viertel der Windrose herkommt und dass dieses ganz besonders für die heftigen Winde gilt. Die stürmischeste Jahreszeit ist in den unser Gebiet bespülenden Teilen der Ostsee der Winter, nächst ihm der Herbst, dann der Frühling; am windstillsten ist der Sommer.

Die hiesigen Stürme werden von den Seeleuten, die unser Baltisches Meer wohl verächtlich als kleine Pfütze bezeichnen, nicht wenig gefürchtet, weil die Meereswogen hier zwar weniger

---

15) Mutmasslich verstümmelt aus „See-Bahre“, was früher in der Bedeutung „Woge“ gebraucht worden sein soll. Im Französischen wird die Flutwelle als „la barre“ bezeichnet.

16) B. Doss „Über ostbaltische Seebären“ im Korresp.-Bl. d. Naturf. Ver. zu Riga, Bd. L, 275—276, sowie in den Beiträgen zur Geophysik Bd. IX. 1907.

hoch, dafür aber kürzer und darum unangenehmer sein sollen, als auf grösseren Gewässern. Besonders erhöht wird die Gefährlichkeit dieser Stürme durch die zahlreichen Untiefen und Klippen unserer Küsten (vergl. S. 74—76).

Für den Salzgehalt des Baltischen Meeres sind seine Strömungsverhältnisse von entscheidender Bedeutung.

Salzgehalt.

Wären alle drei unsere Ostsee mit dem Kattegat und durch ihn mit dem Weltmeere verbindenden Wasserstrassen nicht breiter und tiefer, als für den Durchlass des austretenden Ostseestromes gerade erforderlich ist, so müsste unser Baltisches Meer durch beständiges Abströmen des Salzwassers und Zuströmen süssen Flusswassers mit der Zeit völlig ausgesüsst werden [17]). Infolge des geringen Überschusses der Durchlassfähigkeit einer jener Meerengen (vergl. S. 82, 83) kann nun zwar ein wenig vom salzigen Nordseewasser in unser Ostseebecken eintreten, jedoch reicht dieses nicht aus, um den Salzgehalt der Ostsee gegen den des Weltmeeres auszugleichen.

Dazu kommt der Umstand, dass das Wasser je salziger um so schwerer ist; daher muss der eintretende Nordseestrom unter den austretenden Ostseestrom untertauchen und kann somit nur die oben (S. 83) erwähnte schmale Tiefenrinne im Grossen Belt passieren. Da ferner das salzigere Tiefenwasser sich mit dem süsseren Oberflächenwasser nur sehr langsam mischt, ergibt sich, dass der Salzgehalt des Baltischen Meeres überhaupt gering sein und dabei von Südwest nach Nordost, sowie auch — namentlich in den südwestlichen Meeresteilen — von der Tiefe nach der Oberfläche zu abnehmen muss. Das süsseste Wasser werden wir natürlich in den von zahlreichen, zum Teil wasserreichen Flüssen gespeisten Meerbusen, dem Livländischen, Finnländischen und Bottnischen erwarten dürfen. In der Tat beträgt der Salzgehalt in je 100 Gewichtsteilen Meerwassers:

im Atlantischen Ozean	3,7	Gewichtsteile Salz
in der Nordsee	3,5	„ „
im Skagerrak an der Oberfläche	3	„ „
im Kattegat, an der Oberfläche, von Nord nach Süd	2—1,75	„ „

17) Im letzten Abschnitte des Teiles II dieses Buches wird erläutert, dass diese Voraussetzung und ihre oben erwähnte Folge in der Tat während eines früheren Zeitabschnittes der Erdgeschichte statt gehabt hat.

im Grossen Belt, 0—20 M. Tiefe	1	Gewichtsteil Salz
ebenda 28—66 M. Tiefe	2,86—3,08	„ „
in der Kieler Bucht von der Oberfläche bis zum Grunde	1,59—2,05	„ „
bei Rügen von der Oberfl. bis z. Grunde	0,93—0,98	„ „
von Danzig bis Stockholm und Reval	0,72—0,63	„ „
im Livländischen Meerbusen[18])	0,65—0,32	„ „
im Bottnischen Busen v. Süd n. Nord	0,59—0,26	„ „
von Reval bis Kronstadt	0,63—0,07	„ „

Am wenigsten salzig ist das Ostseewasser natürlich im Mündungsgebiete grosser Flüsse, wie z. B. der Düna und Newa, namentlich aber in eng abgeschnürten Haffen, wie der Libausche See, und in schmalen Buchten, wie z. B. die Matzalwiek und die Hapsalsche Bucht an der Westküste Estlands. Fast das ganze Baltische Meer ist demnach eigentlich als ein Brakwasserbecken anzusehen und unsere Strandbewohner trinken dessen Wasser auf ihren Seefahrten ohne Widerwillen.

Ungeachtet der verhältnismässig geringen Menge des im Ostseewasser gelösten Salzes ist dessen chemische Zusammensetzung von derjenigen des ozeanischen Seesalzes wenig verschieden. Nur in der Nähe von Flussmündungen zeigen sich grössere Abweichungen. Sonst entfallen auf je 100 Gewichtsteile Seesalz:

	im Ozean	in der Ostsee	
auf Chlornatrium (Kochsalz)	77,79	77,11	Gewichtsteile
„ Chlorkalium	1,76	2,69	„
„ Chlormagnesium	9,94	9,27	„
„ Calciumsulfat (Gips)	3,67	5,37	„
„ Magnesiumsulfat (Bittersalz)	6,52	5,30	„
„ Sonstige Bestandteile	0,32	0,26	„
Zusammen	100,—	100,—	Gewichtsteile

Wärme.

Die Wärmeverhältnisse des Ostseewassers sind namentlich in den zu unserem Gebiete gehörenden Meeresteilen, noch nicht genau genug untersucht. Es bedürfte jahrzehntelanger

18) Vergl. G. Schweder in den Bänden XXIV—XXX des Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga 1881—1887. Mittlerer Salzgehalt aus 7-jährigen Beobachtungen 0,507 %.

ununterbrochener Beobachtungen in den verschiedensten Tiefen, um sichere Schlussfolgerungen ziehen zu können. Immerhin lässt sich heute schon folgendes sagen.

Da Wasser ihm zugeführte Wärmemengen weniger schnell aufnimmt, dafür aber einmal aufgenommene Wärme weniger leicht wieder abgibt als fester Erdboden, erwärmt das Meer sich im Sommer nicht so stark wie das Land, kühlt aber im Winter auch weniger ab. Dabei pflegen aus demselben Grunde die Zeitpunkte der höchsten und tiefsten Temperatur des Meeres mit denen der Luft nicht zusammenzufallen, sondern erst später einzutreten. Es beträgt zum Beispiel die mittlere Temperatur in Celsiusgraden:

In der Luft				Orte	Im Meere				
kältester Monat	wärmster Monat	Jahr	Amplitude		Tiefe in Metern	kältester Monat	wärmster Monat	Jahr	Amplitude
Jan. -8,1	Juli 17,3	4,3	25,4	(Dorpat)	—	—	—	—	—
Febr. -6,5	Juli 16,6	4,4	23,1	Reval	2,3	Febr. -0,2	Aug. 13,2	4,7	13,4
Febr. 0,2	Juli 18,5	8,9	18,3	Hela nördl. v. Danzig	oben	Febr. 0,8	Aug. 18,2	8,8	17,4
					21,9	Febr. 1,6	Sept. 15,9	8,2	14,3
Febr. 1,0	Juli 16,9	8,2	15.9	Friedrichsort bei Kiel	oben	Febr. 1,7	Aug. 18,4	9,5	16,7
					29,3	März 3,1	Okt. 12,1	6,8	9,0

Nach dieser Tabelle erweist sich sowohl die Verspätung der Temperaturextreme, als auch deren Abschwächung um so bedeutender, je tiefer im Meere die Messungen vorgenommen werden. Von einer gewissen Tiefe ab, pflegt das Meerwasser beständig ein und dieselbe Temperatur zu haben[19]).

Der im Binnenlande gelegene Beobachtungspunkt Dorpat ist in dieser Tabelle angeführt, um durch Vergleich mit den anderen, am Meere gelegenen Orten zu zeigen, dass an diesen das Meer auch auf die Lufttemperatur im Sinne einer Verspätung und Abschwächung ihrer Grenzwerte einwirkt.

Die an allen Seebadeorten im Sommer zu beobachtende Erscheinung, dass das Meerwasser, unabhängig von der Lufttemperatur, bei Seewind wärmer, bei Landwind hingegen kühler ist, beruht darauf, dass das erwärmte Oberflächenwasser von jedem

19) Dasselbe ist übrigens — und zwar bereits in bedeutend geringeren Tiefen — im festen Erdboden der Fall, vergl. z. B. G. Schweder jun. „Bodentemperaturen bei Riga“, herausgegeb. v. Naturf.-Ver. zu Riga, 1899.

Seewinde ans Ufer herangedrängt, durch jeden Landwind aber vom Ufer davongeführt wird, sodass kühleres Tiefenwasser an seine Stelle emporsteigen muss.

Eisverhältnisse.

Das Weisse Meer im Norden, das Asowsche im Süden und das Baltische im Westen von Russland sind die drei einzigen, Europa bespülenden Meeresteile, die sich alljährlich auf ausgedehnten Strecken mit einer festen Eisdecke überziehen[20]. Der Bottnische Meerbusen, die flachen engen Sunde und Zwischengewässer unserer Inselwelt sowie grosse Teile des Finnischen und Livländischen Meerbusens gefrieren alljährlich. In den nicht fest zugefrorenen Teilen der beiden letztgenannten Meerbusen wird die Schiffahrt während der ersten Monate des Jahres durch Treib- und Packeis, das der Wind hin und her treibt, erschwert. Bis Ende Mai oder Anfang Juni pflegen schmelzende Eismassen, vom Bottnischen Meerbusen kommend und den uns bereits bekannten Strömungen folgend, an den Westküsten unserer Inseln und Kurlands vorbeizuziehen. Sie bewirken die auffallend rauhe Frühlingswitterung dieser Küsten, die sich namentlich durch plötzliches Hereinbrechen eiskalter, nebelfeuchter Luftströmungen von den im Meere treibenden Eismassen her kennzeichnet.

In besonders kalten Wintern gefrieren auch weite Strecken der offenen Ostsee, sodass ein Verkehr übers Eis zwischen Dänemark, Schweden, Deutschland und unseren Gebieten wiederholt stattgefunden hat.

Meerwasser kann infolge seines Salzgehaltes bekanntlich nicht bei 0 Grad Wärme gefrieren, wie süsses, sondern erst bei einer tieferen Temperatur. Für das Ostseewasser, dessen Salzgehalt, wie oben dargelegt, in den unser Gebiet bespülenden Teilen zwischen 0 und 1 Prozent beträgt, liegt der Gefrierpunkt zwischen 0 und 0,7° Celsius. Wichtiger, als dieser geringfügige Unterschied, ist jedoch der Umstand, dass das Meerwasser bei der genannten Temperatur nur dann wirklich gefriert, wenn es sich in Bewegung befindet, steht es jedoch still, so kann es mehrere Grad unter seinen Gefrierpunkt abgekühlt werden ohne wirklich zu erstarren. Solch überkaltetes Wasser gefriert aber mit grosser Schnelligkeit, sobald es irgendwie in Bewegung versetzt oder mit Eis in Berührung gebracht wird. Dieses ist der

20) Sogar das nördliche Eismeer pflegt — abgesehen von seinen Buchten — trotz seines Namens an den Küsten Europas eisfrei zu bleiben.

Grund, weshalb Schiffe, sobald sie unversehens in überkaltetes Wasser geraten, so leicht einfrieren.

Tier- und Pflanzenwelt.

Der geringe Salzgehalt, die niedrigen Temperaturen und die unbedeutende Tiefe des Baltischen Meeres sind bestimmend für die Zusammensetzung seiner Tier- und Pflanzenwelt. Nicht nur die Wunderwelt der Tiefsee, nicht allein den Formenreichtum wärmerer Gewässer werden wir im baltischen Becken vergeblich suchen, sondern auch all die Lebewesen, die salzigeren Wassers bedürfen, fehlen ihm ganz oder werden nur in seinen westlichen Teil durch den eintretenden Nordseestrom hin und wieder eingeschleppt. Zwar finden sich — namentlich in den stark ausgesüssten Buchten — mancherlei Süsswasserformen ein, die im eigentlichen Meerwasser nicht leben könnten [21]), immerhin aber bleibt unser Baltisches Meer sowohl an Pflanzen, namentlich an Algen, als auch an Tieren aller Klassen und Ordnungen wesentlich ärmer, als die benachbarte Nordsee, ja sogar als das unwirtliche Eismeer.

Merkwürdig ist, dass verschiedene Tiere, die sowohl in salzigen Meeren, wie auch in der brakigen Ostsee leben, hier nie dieselbe Grösse erreichen, wie dort. Dieses gilt z. B. von unserem Dorsch und Strömling, die bekanntlich nichts weiter sind, als kleine, wenn schon völlig entwickelte Formen des Kabeljaus, beziehungsweise des Herings [22]). Dieselbe Erscheinung findet sich aber auch bei anderen Tieren aus verschiedenen Klassen. Insbesondere sind einige Muschelarten in ihrer Entwickelung vom Salzgehalt des Wassers, in dem sie leben, sehr abhängig. Man hat deshalb unter anderem auch aus der bedeutenderen Grösse in alten Küstenablagerungen gefundener Meermuschelschalen gefolgert, dass die Ostsee in einer gewissen vorgeschichtlichen Zeit salziger gewesen sein müsse, als gegenwärtig [23]).

---

21) Vergl. Doss „Z. Kenntn. d. lebend. u. subfossil. Molluskenfauna d. Rig. Meerbusens." Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. Riga XXXIX, S. 110—129, 1896, und Ackermann, (Literaturverz.) S. 363.

22) Die in unserem Baltischen Meere hin und wieder gefangenen Heringe normaler Grösse haben ihre Entwickelung wohl in der Nordsee oder anderen Teilen des Atlantischen Ozeans durchgemacht und sind von dort hierher eingewandert.

23) Näheres hierüber im Abschnitte über das Quartär (Teil II dieses Buches).

Literatur.

Ackermann C. „Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee.“ Hamburg, 1891. (2. Ausgabe).
v. Baer K. E. „Über das Projekt Austernbänke an der russischen Ostseeküste anzulegen und über den Salzgehalt d. Ostsee in verschiedenen Gegenden.“ Bull. de l'Acad. d. sciences Pétersbourg, IV, 1862.
Braun M. „Physikalische u. biologische Untersuchungen im westl. Teile d. finnischen Meerbusens.“ Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands. Ser. II Bd. X Lief. 1, Dorpat 1884.
v. Etzel. „Die Ostsee u. ihre Küstenländer.“ Leipzig 1874.
de Geer G. „Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden.“ Stockholm 1896.
(Körber M., anonym) „Ösel einst und jetzt.“ Bd. I u. II, Arensburg 1887 u. 1899.
„Описаніе маяковъ, башенъ и знаковъ Россійской Имперіи.“ С. Петербургъ 1905.
Sodoffsky G. „Von Estlands Meeresgestaden.“ Reval 1904.
— „Von baltischen Küsten und Inseln.“ Reval 1906.

Eine Reihe kleinerer Abhandlungen, die einzelne, in diesem Abschnitte behandelte Gegenstände betreffen, sind in den Fussnoten des Textes angeführt.

Teil II.

Geologie.



Abschnitt 5.

Einiges aus der Bodenkunde.

Von

K. R. Kupffer.

Die geologischen und geophysischen Vorkenntnisse sind selbst in den höchstgebildeten Kreisen unserer Gesellschaft ausserordentlich ungleich. Um auch solchen Lesern, die keine Gelegenheit gehabt haben, sich einschlägige Kenntnisse anzueignen, das Verständnis der folgenden Abschnitte zu erleichtern, erschien es nötig einen besonderen Abschnitt vorauszuschicken, der eine leichtfassliche Einführung in diejenigen erdgeschichtlichen und bodenkundlichen Begriffe enthält, die in jenen als bekannt vorausgesetzt werden müssen. Es war nicht leicht eine Form zu finden und eine Auswahl zu treffen, die den mannigfaltigen, gerade an diesen Abschnitt zu stellenden Ansprüchen angemessen wäre. Selbstverständlich konnte keine Vollständigkeit angestrebt werden, es erschien sogar zweckmässig manche Erörterungen, die inhaltlich hierher gehört hätten, aus praktischen oder formellen Gründen in den ferneren Abschnitten unterzubringen. Um auch diesem Abschnitte neben seiner vorbereitenden Hauptbestimmung ein örtliches Gepräge zu verleihen und um ihn auch für diejenigen Leser, die einer solchen Vorbereitung nicht bedürfen, einigermassen anziehend zu gestalten, hat der Verfasser sich bemüht, ihn durch möglichst zahlreiche, unserem Gebiete entnommene Beispiele zu beleben.

A. Entstehung der festen Erdrinde, ihres Wassergehaltes und ihrer Lufthülle.

Wir sind nur zu sehr geneigt die gegenwärtige Beschaffenheit der Erde und ihrer Oberfläche als etwas Beständiges, Unveränderliches anzusehen und die Bedeutung der anscheinend geringfügigen, dafür aber unaufhörlichen Veränderungen zu unterschätzen, die an unserem Erdballe durch mannigfaltige Einwirkungen vor sich gehen. Ein klares Verständnis und eine rechte Kenntnis der natürlichen nicht minder als der kulturellen Ver-

hältnisse eines Landes lässt sich nur dann erwerben, wenn man es nicht als etwas fertig Gegebenes, sondern als etwas stetig Gewordenes auffasst. Mit Recht hat daher einer der bedeutendsten Naturforscher unserer Heimat, der Akademiker Friedrich Schmidt[1]) die Geologie oder Erdgeschichte als Philosophie der Geographie oder Erdbeschreibung bezeichnet. Um die weiterhin folgenden Abhandlungen über die Entwickelungsgeschichte unserer Heimatscholle klarer darlegen und leichter verstehen zu können müssen hier einige Grundzüge der allgemeinen Erdkunde und Erdgeschichte (Geophysik und Geologie) vorausgeschickt werden. Wir dürfen hierbei alles das fortlassen, was auf unser Gebiet keinen unmittelbaren Bezug hat.

Urzustand des Erdballes.

Alle Anzeichen deuten darauf hin, dass unser Erdball ehedem aus einer glühflüssigen Masse bestanden hat, ähnlich der Lava, die bei heftigen vulkanischen Ausbrüchen aus dem Schlunde feuerspeiender Berge hervorquillt und beweist, dass im Inneren der Erdkugel auch gegenwärtig noch bis zum Schmelzfluss erhitzte Gesteinsmassen enthalten sind.

Urgesteine.

Solch ein glühflüssiger Weltkörper kann nicht ewig unverändert bleiben. Durch Ausstrahlung in den kalten Weltraum muss er beständig Wärme verlieren bis, wenn auch erst nach ausserordentlich langen Zeiträumen, seine Oberfläche zu erstarren beginnt. In dieser Weise muss sich auch die erste feste Kruste unseres Erdballes gebildet haben. Die Gesteine, aus denen sie besteht, nennt man Urgesteine oder — weil sie die tiefsten Schichten der festen Erdrinde ausmachen — Tiefengesteine; auch plutonische Gesteine werden sie nach Pluto, dem Beherrscher der Unterwelt in der griechisch-römischen Götterlehre genannt.

Zu diesen Urgesteinen gehört namentlich der Granit. Dieser stellt ein grob-, mittel- oder feinkörniges Gemenge dreier Mineralien dar, nämlich des Quarzes (Kieselsäure), verschiedener Arten von Feldspat (Verbindungen von kieselsaurer Tonerde mit Kali, Natron und Kalk) und mancherlei Sorten von Glimmer (aus kieselsaurer Tonerde mit Kali, Magnesia oder verwandten Stoffen zusammengesetzt). Diese drei Mineralien

1) Geboren zu Kaisma in Livland am 27. (15.) Januar 1832, gestorben in Petersburg am 21. (8.) November 1908.

sind in grobkörnigen Graniten leicht zu unterscheiden: zunächst fallen die feinen meist dunkel gefärbten oft metallisch glänzenden Glimmerplättchen auf, obschon gerade sie den geringsten Massenanteil ausmachen; die Quarzkörner sind meist farblos, durchscheinend; der Feldspat bald heller bald dunkler rötlich oder braungelb, glas- oder perlmutterartig glänzende, ebene Spaltflächen aufweisend. Die Gesamtfärbung des Granites pflegt je nach Farbe und Menge seiner Bestandteile weisslich, rötlich, heller oder dunkler grau, bis fast schwarz zu sein. Je nach Korngrösse, Mischungsverhältnis und chemischer Zusammensetzung seiner Bestandteile, sowie etwaiger zufälliger Beimengungen unterscheidet man zahlreiche Abarten des Granits.

Von ähnlicher Zusammensetzung, wie der Granit, ist der Gneis. Während aber der Granit ein ganz regelloses Durcheinander seiner einzelnen Bestandteile aufweist, lässt der Gneis stets mehr oder weniger deutlich ein schieferiges Gefüge, das heisst eine fein parallelschichtige Anordnung erkennen. Der Gneis hat sich durch mannigfaltige, verwickelte Umlagerungen aus dem Granite gebildet, stellt also nicht mehr ein Urgestein im strengsten Sinne des Wortes dar.

In unserem Gebiete finden wir die verschiedensten Arten von Granit und Gneis in der Form loser Steine aller Grössen von der eines Hauses, bis zu jener des kleinsten Kiesels, nirgends aber begegnen uns zusammenhängende oder, wie der fachmännische Ausdruck lautet, anstehende Felsenmassen aus diesen Gesteinen. Da nun solche in Finnland und auf dem grössten Teil der skandinavischen Halbinsel allgemein verbreitet sind und da Fachleute die völlige Übereinstimmung unserer einzelnen Granit- und Gneisblöcke mit gleichartigen, an bestimmten Orten jener Länder in grossen Massen anstehenden Felsen nachweisen können, müssen wir annehmen, dass unsere losen Steine eben von jenen festen Felsmassen herstammen. Man bezeichnet sie daher folgerichtig als Irr-, Wander- oder erratische Steinblöcke. Wie sie von dort zu uns gelangt sind, wird in einem der folgenden Abschnitte erläutert werden.

Wir dürfen übrigens nicht annehmen, dass die granitischen Tiefengesteine bei uns völlig fehlen, sie sind zweifellos vorhanden, jedoch nachträglich durch mächtige Ablagerungen anderer Gesteine, über deren Entstehung weiterhin die Rede sein wird, überdeckt worden, so dass sie nur in bedeutender Tiefe unter der gegenwärtigen Erdoberfläche erbohrt werden könnten. In Peters-

burg, wo die überlagernden Schichten weniger mächtig sind, ist dieser Versuch in der Tat mit Erfolg ausgeführt worden.

Wasser und Luft.

Nachdem erst die feste Erdkruste entstanden und hinlänglich abgekühlt war, vermochte auch die Scheidung von Luft und Wasser sich zu vollziehen. Bis dahin hatte infolge der gewaltigen Hitze alles Wasser, das den glühflüssigen Erdkörper umgab, als Dampf in der Atmosphäre schweben müssen, nun begann es sich in flüssiger Form auf der Erdoberfläche niederzuschlagen und in deren Senkungen zu sammeln. Regengüsse von ungeheurer Gewalt ergossen sich über die Erde, es entstanden die ersten Seen, Flüsse und Meere. Hiermit begann ein neuer Abschnitt der Erdgeschichte indem das flüssige Wasser fortan in die fernere Gestaltung der Erdoberfläche eingriff, wie wir weiterhin erfahren werden.

Schrumpfung des Erdballs.

Die allmähliche Abkühlnng des Erdballes schritt und schreitet unaufhörlich weiter fort, wenn schon der Zeitraum aller menschlichen Beobachtungen zusammengenommen noch viel zu kurz ist, um ihn wahrzunehmen. Bei fortgesetzter Abkühlung pflegt jeder Stoff, ob luftförmig oder flüssig, ob weich oder hart, sich in der Regel zusammenzuziehen. So auch der Erdball. Physikalischen Gesetzen folgend schrumpft der immer noch glühende Kern verhältnismässig schneller, als seine starre Rinde. Diese wird dadurch nach und nach zu weit und muss — da sie sich nicht selber tragen kann — ihrer zurückweichenden Unterlage, dem Kerne, nachsinken. Ähnlich, wie etwa bei einem schrumpfenden Apfel, muss hierbei die zu weit gewordene Rinde Runzeln und Falten bilden [2]). So entstanden die ausgedehnten Gebirgszüge, wie z. B. die Kordilleren, der Himalaya, die Alpen, Apenninen, Pyrenäen, der Balkan, Ural, Kaukasus und viele andere, deren innerer Bau deutlich die Faltungen der Erdkruste erkennen lässt. Natürlich erfolgte die Bildung aller Gebirge nicht gleichzeitig, sondern zu ganz verschiedenen Zeiten, die um unzählbare Jahrtausende auseinander liegen mögen. Selbstverständ-

---

2) Die Dicke der festen Erdkruste kann begreiflicher Weise nicht gemessen werden, auf Grund gewisser Rechnungen kann man annehmen, dass sie im Verhältnis zur Grösse der Erdkugel in der Tat nicht bedeutender ist, als die Dicke der Schale eines Apfels. Über den Zustand des Erdinneren vemögen wir uns keine völlig befriedigende und klare Vorstellung zu bilden, da er von allem, was wir unmittelbar beobachten können, zu sehr abweicht.

lich ist es, dass diese ungeheueren Massenbewegungen gewaltige Kräfte entfesselten, die neben den Faltungen Risse und Brüche der Erdkruste, Hebungen, Senkungen, Verschiebungen, mehr oder weniger steile Aufrichtungen, ja sogar Überkippungen ihrer einzelnen Schollen zur Folge hatten.

Auch das glühflüssige Erdinnere, das sogenannte Magma, konnte und kann nicht in steter Ruhe bleiben; die langsame Schrumpfung, der ungleiche Druck der sich runzelnden Kruste und verschiedene chemisch-physikalische Vorgänge müssen in ihm Spannungen hervorrufen, die, sobald sie ein gewisses Mass überschritten haben, einen gewaltsamen Ausgleich erzwingen. Ungeheure Erschütterungen der äusseren Rinde, gewaltige Ergüsse des glühflüssigen Magmas müssen die Folgeerscheinungen jener Vorgänge sein, von denen die Erdbeben und vulkanischen Ausbrüche der Gegenwart nur eine schwache Vorstellung zu bieten vermögen.

Unser Gebiet, sowie die ganze grosse Ebene des europäischen Russlands, ist von Faltungen und Brüchen der Erdkruste, von Ergüssen des Erdinneren fast verschont geblieben. Daher fehlen diesem Teile der Erdoberfläche grössere Gebirge und Vulkane, daher gibt es hier nur selten und nur geringfügige Erdbeben. Die osteuropäische Tiefebene hat sich im Laufe der bisherigen Erdgeschichte wie eine schwimmende Scholle verhalten, die sich zwar gelegentlich hob und senkte, wohl auch leicht gebogen, niemals aber zerbrochen oder auf andere Art wesentlich umgestaltet worden ist.

Transgressionen und Regressionen.

Da die feste Erdkruste keineswegs unentwegt stille gelegen, sondern an jedem ihrer Punkte mannigfaltige Hebungen und Senkungen erfahren hat, muss auch das Gebiet des Weltmeeres, das sich stets an den jeweilig tiefsten Becken der Erdrinde ansammelt, mancherlei Schwankungen unterworfen worden sein. In der Tat gibt es auf dem heutigen Festlande nur wenige Flächen, die nicht diese oder jene Spuren ehemaliger Überflutung mit Meerwasser erkennen lassen. Zu solchen Spuren gehören verschiedenartige Ablagerungen, die sich nur am Meeresgrunde gebildet haben können und oft noch Abdrücke, Schalen und andere widerstandsfähige Reste ehemaliger Seetiere und Meerespflanzen eingeschlossen enthalten; hierher gehören alte Uferlinien, Steilküsten, Strandwälle und andere Bildungen, die wir bereits früher als Erzeugnisse des Meeresstrandes kennen gelernt haben.

Auch im Gebiete der Ostsee haben zeitweilig, noch in geologisch jüngster Zeit, gewaltige Transgressionen, d. h. Überflutungen, gelegentlich aber auch Regressionen, d. h. Zurückziehungen des Meerwassers stattgefunden. Einige Zeugen jener haben wir z. B. in den ehemaligen Meeresufern kennen gelernt (S. 78); hier sei hinzugefügt, dass der felsige Untergrund unseres gesamten ostbaltischen Gebietes — wie weiterhin näher erörtert werden wird — uralte Meeresablagerungen enthält. Unzweifelhafte Beweise dafür, dass Teile des gegenwärtigen Ostseegrundes dereinst trocken gelegen haben müssen, hat man namentlich an der pommerschen Küste gefunden, wo sich stellenweise ehemalige Flussbetten, die selbstverständlich nur auf trockenem Lande entstanden sein können, bis 30 Meter unter den heutigen Meeresspiegel verfolgen lassen.

Alle solche Zeugen ehemaliger Transgressionen oder Regressionen des Weltmeeres sind für die Erforschung der Entstehungsgeschichte eines Landes begreiflicher Weise von grösster Wichtigkeit.

Andere Änderungen der Meeresgrenzen.

Unter den Bewohnern unserer ostbaltischen Küsten, namentlich aber unserer Ostseeinseln, ist die Annahme sehr verbreitet, dass das Meer allmählich „austrockne". Dass die Strandlinie in diesen Gegenden in geschichtlicher Zeit seewärts zurückgewichen ist und auch gegenwärtig immer noch zurückweicht, lässt sich in der Tat durch zahllose Beobachtungen nachweisen. Hier einige Beispiele: Die Insel Filsand im Westen von Ösel besteht aus zwei, gegenwärtig durch eine trockene Niederung verbundenen Teilen, die noch heute als Gross- und Klein-Filsand unterschieden werden, weil sie ehedem durch eine Meerenge getrennt waren. Die ehemalige Insel Nuckö[3]) ist heute mit der Westküste Estlands durch eine Landenge verbunden; noch zur Zeit des Nordischen Krieges gab es hier einen Sund von solcher Tiefe, dass einige Schiffe Peters des Grossen durch ihn vor einer schwedischen Flotte entflohen sein sollen. Von der Verflachung des Arensburger Hafens ist schon früher die Rede gewesen (S. 81). Die Benennungen vieler, gegenwärtig an den Küsten des Festlandes oder grösserer Inseln gelegenen Orte sind mit den Silben -holm oder -saar zusammengesetzt, deren erste im Niederdeutschen und zweite im Estnischen „Insel" bedeutet; so z. B.

3) Das Wort „ö" bedeutet im Schwedischen Eiland.

Hohenholm, Ramsholm, Holmhof, Orisaar, Siksaar u. s. w. Unsere Strandbewohner wissen mit Sicherheit anzugeben, dass bestimmte, gegenwärtig über oder bis dicht unter die Meeresoberfläche ragende grosse Steine ehedem tiefer gelegen haben.

Obschon alle diese Tatsachen durch eine gegenwärtig vor sich gehende Hebung des Landes und Meeresgrundes erklärt werden könnten und obwohl solch eine Hebung in vorgeschichtlicher Zeit ohne Zweifel wirklich stattgefunden hat, haben genaue, jahrzehntelang wiederholte Messungen auf die Frage, ob die Küsten unseres Gebietes sich heben oder senken, keine bestimmte Antwort erteilt, sondern nur erwiesen, dass, falls überhaupt eine Hebung stattfindet, diese viel zu langsam ist, um die angeführten Beobachtungen zu erklären [4]). Demgemäss ist anzunehmen, dass alle jene Erscheinungen, soweit sie sich auf die Neuzeit beziehen, teils auf Anspülung, teils auf der Wirkung von Eispressungen beruhen (vergl. S. 79—81).

B. Die Verwitterung.

Zerfall.

Wo immer ein Gestein der Einwirkung von Luft und Wasser, Frost und Hitze, Wind und Wetter ausgesetzt ist, da beginnt es schneller oder langsamer zu zerfallen, zu verwittern. Häufiger und namentlich jäher Wechsel der Temperatur führt zunächst auch im festesten Gestein zur Bildung von feinen Rissen. In diese dringt Regen- oder Schneewasser, das sich bekanntlich beim Gefrieren ausdehnt und dadurch langsam, aber unaufhaltsam, die Risse erweitert. Es entstehen Spalten und Klüfte, die feinen Sprünge mehren und der ganze Vorgang wiederholt sich, nach und nach zerfällt die Oberfläche auch des festesten Gesteins zu Trümmern und Brocken. Kollern diese bergab, werden sie durch irgendwelche Kräfte fortbewegt, reibt und schleift an ihnen im Winde oder fliessenden Wasser treibendes Bodenmaterial, so werden sie immer weiter gerundet, geglättet, zerkleinert.

Den Beginn solch eines Zerfalles lassen zum Beispiel die Risse und Sprünge im nackten Felsenboden auf unserer Abbildung 5 (Taf. VI) erkennen; einen weiter fortgeschrittenen Zustand desselben Vorganges stellt der steinige Acker auf Abbildung 6 dar. Auf Abbildung 7 (Taf. VII) sehen wir einige grosse, von über-

4) A. Bonsdorff. Die säkulare Hebung der Küste bei Reval, Libau und Ust-Dwinsk (Dünamünde). Fennia 12, Nr. 6, Helsingfors 1896.

hängender Felswand herabgestürzte, noch scharfkantige Bruchstücke und auf Abbildung 18 (Taf. XII) finden wir am Fusse eines steilen Felsenufers gleichfalls eine Menge von ihm losgelösster Trümmer, die indessen durch die Tätigkeit des Hochwassers und Eisganges bereits zerkleinert, gerundet, abgeschliffen sind.

Zersetzung.

Hand in Hand mit jener physikalischen Verwitterung erfolgt auch eine chemische, die sogenannte Zersetzung. Jeder Regentropfen löst Spuren mineralischer Stoffe in sich auf, führt sie fort und schlägt sie vielleicht an einem anderen Orte wieder nieder. Der Sauerstoff der Luft, gewisse Lebewesen rufen chemische Veränderungen in den Gesteinen hervor, die, auf solche Weise mehr und mehr zersetzt, sich schliesslich mit lockerem Boden überdecken.

Auch der Kalksteintrümmerboden auf Abbildung 6 befindet sich im Zustande gleichzeitiger physikalischer und chemischer Verwitterung, deren Endergebnis, die lockere Erdkrume, indes noch so spärlich ist, dass sie in den Lücken zwischen den grösseren Gesteinbrocken völlig verschwindet. Trotzdem aber ist eben sie es, der der ganze dürftige Ertrag dieses steinigen Ackers zu verdanken ist. Die frisch aufgepflügten Furchen und eine Botanisierbüchse bieten einen ungefähren Masstab für die Grösse der einzelnen Gesteinscherben. Die hie und da sichtbaren dunklen Flecken sind nicht etwa Erdhäufchen, sondern Reste des Seetangs, mit dem unsere Strandbewohner ihre Felder zu düngen pflegen.

Bedeutung der Verwitterung.

Die Verwitterung ist für die ganze fernere Entwickelung der Erde und ihrer pflanzlichen sowie tierischen Bewohner von unermesslicher Bedeutung. Wird doch durch sie das lockere Erdreich gebildet, das infolge mannigfaltiger Umlagerungen durch Wind und bewegtes Wasser an der ferneren Gestaltung der Erdoberfläche einen hervorragenden Anteil nimmt, das erst der Pflanzenwelt den rechten Nährboden bietet und damit auch der Tierwelt, sowie der menschlichen Kultur die erforderlichen Vorbedingungen gewährt.

Besonders wichtig ist die Verwitterung des Granites, weil dieser das verbreiteste Urgestein ist (vergl. S. 94). Die grobkörnigen Abarten des Granits verwittern im allgemeinen leichter, als die feinkörnigen; eine von ihnen so leicht, dass sie nach einer finnischen volkstümlichen Benennung als „Rappakiwi", d. h.

etwa „morscher Stein“, bezeichnet wird. Bei der Verwitterung des Granites zerfällt der Quarz zu Sand, die mannigfaltigen Abarten des Feldspates bilden verschiedene Sorten von Ton; diese beiden Bestandteile machen in wechselnder Vermengung die Hauptmasse unseres Acker- und Vegetationsbodens aus. Die glimmerartigen Bestandteile des Granites zersetzen sich bei der Verwitterung gleichfalls in sandige und tonige Endprodukte.

C. Die Einwirkung des Wassers auf die Erdoberfläche.

Abspülung.

Nach jedem heftigen Regengusse können wir beobachten, wie die herniederstürzenden Wassermassen sich im lockeren Erdboden zahllose Abflussrinnen bahnen, indem sie — jeder Neigung der Erdoberfläche folgend — lockeres Bodenmaterial von den Höhen in die Niederungen hinabspülen. Wie gering diese Abspülung auch jedes einzelne Mal sein mag, so reicht sie doch hin, um im Laufe der Jahrtausende die Erhebungen der Erdoberfläche bis auf den nackten Felsengrund vom lockeren Erdreich zu entblössen und dieses in die Täler hinabzuschaffen.

Besonders ausgiebig ist diese Entblössung oder Denudation dort, wo lockerer Erdboden unbewachsen daliegt, während eine dichte Pflanzendecke das oberflächliche Abfliessen des Regenwassers behindert, dafür aber sein Eindringen in den Boden befördert. An vegetationslosen Abhängen, wo die Regen- und Schmelzwässer mit vermehrter Geschwindigkeit zu Tal strömen, bahnen sie sich bald besondere Abflussrinnen die, von Jahr zu Jahr vertieft, verbreitert und verlängert, endlich ansehnliche Schluchten bilden können.

Ausnagung.

Gleich diesen gelegentlichen Wasserläufen, nur in noch höherem Grade, wirken auch alle beständigen unablässig auf ihr Bette ein, indem sie seinen Grund vertiefen, seine Seitenwände Stück um Stück einreissen. So bahnt sich jedes Quellchen seinen Weg. Bald führt das gleiche Bestreben, stets der Richtung grösster Neigung des Bodens zu folgen, mehrere Quellen zusammen, sie bilden einen Bach; Bäche vereinen sich zum Fluss, es entsteht ein ganzes Stromsystem. Aber weder Quellrinne noch Bachtal, weder Flussbett noch Stromsystem sind von Anbeginn fertig dagewesen, sondern jeder Wasserlauf hat sich in unendlicher Arbeit erst einen Weg suchen, anlegen, ausnagen müssen. Den Erfolg dieser Arbeit sehen wir in der Natur an jedem Fluss-

tal, wir können ihn auch bei aufmerksamer Betrachtung jeder guten Höhenkarte ahnen. Die diesem Werke beigegebene Übersichtskarte der Höhen und Gewässer lässt deutlich erkennen, welch gewaltige Täler unsere grossen Ströme, Livländische Aa, Düna, Windau, sich namentlich beim Durchbruch durch die Erhebungsgebiete unseres Landes ausgearbeitet haben.

Dieser Ausnagung oder Erosion unterliegt keineswegs nur der oberflächliche, lockere Erdboden. Ist dieser bis auf seinen Grund durchfurcht, so kommt die Reihe an den ihn unterlagernden Fels. Mit Recht heisst es „steter Tropfen höhlt den Stein“, denn es gibt kein Gestein, das solcher Ausnagung auf die Dauer widerstehen könnte. Zunächst frisst sich der Wasserlauf in die oberen, durch Verwitterung gelockerten und zerfallenen Felsschichten ein; die hier gelösten Steinblöcke werden fortgewälzt und müssen durch Kollern und Reiben als Waffe zum Angriff gegen die unteren, festeren Schichten des Gesteins dienen. Tiefer und immer tiefer schneidet der Fluss sich ein, harter Fels bildet nunmehr die Seitenwände seines Bettes. Diese ragen dank ihrer Festigkeit steil empor, infolge ihrer Unfruchtbarkeit fehlt ihnen eine geschlossene Pfanzendecke und so weisen sie uns unverhüllt Durchschnitte oder sogenannte Profile durch den anstehenden Felsengrund. Die Textfigur 1 stellt einen ge-

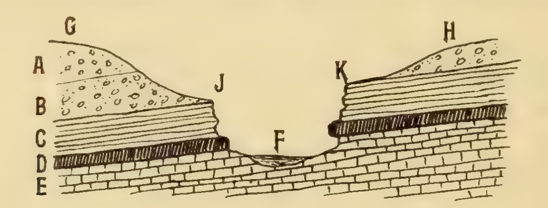


Fig. 1. Schematischer Querschnitt durch das Erosionstal eines Flusses.

dachten Querschnitt durch ein Flussbett und die, hier von rechts nach links ein wenig geneigten Schichten seines Untergrundes dar. A und B bedeuten Schichten lockeren Bodens, in die der Fluss sich ehedem ein breites Bett G H mit sanften Böschungen G J und H K eingewühlt hatte. In den nun folgenden festen Felsengrund C D E hingegen konnte sich der Fluss nur ein schmales, steilwandiges Bett J F K hineinarbeiten, dessen allmähliche Erweiterung und Vertiefung immer weiter fortschreitet. Die Schicht D ist besonders widerstandsfähig und ragt daher beiderseits aus den Profilen hervor.

Felsprofile finden sich in den Tälern vieler unserer Flüsse, sie gehören zu den landschaftlich schönsten Gegenden unseres Landes; besonders bekannt sind sie am mittleren Laufe der Windau, der Düna mit den Nebenflüssen Perse und Oger, der Livländischen Aa mit den Nebenflüssen Ammat, Ligat und Brasle, sowie an der Narowa. (Siehe die Abbildungen 12 bis 15, 17 und 18 unserer Tafeln IX—XII.)

In der Regel pflegt die Ausnagung, insbesondere in festem Felsgrunde, langsam fortzuschreiten, wenn aber durch Hochwasser, Stauung und Eisgang die Gewalt des Wassers aufs höchste gesteigert wird, kann die Erosion eine schreckenerregende Geschwindigkeit erreichen. So hat der Schmardensche Mühlbach (etwa 10 Kilometer östlich von Tuckum) sich am 14. und 15. April des Jahres 1900 unter den genannten Umständen binnen 34 Stunden in einer flachen Talmulde ein völlig neues Bett in den hier dicht unter der Erdoberfläche anstehenden, aus Dolomit und dolomitischem Mergel zusammengesetzten Felsengrund eingerissen (siehe Abb. 16 auf Taf. XI). Die Länge der neugebildeten Erosionsschlucht, samt einigen Abzweigungen, betrug nahezu 200 (genauer 189) Meter, ihre Breite schwankte zwischen 2 und 10 Metern, ihre Tiefe reichte bis über $3^1/_2$ Meter. Man hat berechnet, dass die Gesamtmasse des in der genannten Zeitspanne aufgerissenen und fortgespülten Materiales, aus festem Dolomit, Mergel und Schutt bestehend, etwa 2250 Kubikmeter betrug, was dem Rauminhalte eines Würfels von etwas mehr als 13 Metern Kantenlänge gleichkommt. In jeder Minute wurde im Mittel mehr als ein Kubikmeter Bodenmaterial fortgeschafft [5]).

Sehr deutlich erkennt man die Ausnagung an Wasserfällen, die infolge Einstürzens der Überfallkante von Jahr zu Jahr weiter stromaufwärts rücken. So glaubt man z. B. an dem höchsten Wasserfalle unseres Gebietes, dem des Jagowal-Baches bei Jegelecht in Estland ($6^1/_4$ Meter Fallhöhe) ein Zurückweichen um mehr als 10 Meter (35 Fuss) in je 100 Jahren festgestellt zu haben [6]).

Abscherung.

Wie die Strömung der Flüsse, so vermag auch die Brandung des Meeres und grosser Binnengewässer das Ufer nieder-

---

5) Näheres bei Doss „Über einen bemerkenswerten Fall von Erosion durch Stauhochwasser bei Schmarden in Kurland“ in der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft Jahrg. 1902.

6) Nach Rathlef „Skizze der orographischen u. hydrographischen Verhältnisse von Liv-Est-Kurland“ 1852 S. 64, Fussnote.

zureissen und zu zerstören. Nicht allein lockerer Sand und Kies werden davongespült, sondern auch fester Felsengrund wird durch den Anprall der Wogen unterwaschen und ausgehöhlt, so dass die überhängenden Gesteinsmassen endlich abbrechen und auf den Ufersaum hinabstürzen, wo sie durch das beständige Wogen des Wassers, durch Hin- und Herrollen bei stürmischer Brandung, durch gelegentliche Eispressungen weiter zerbröckelt, zerkleinert, zerrieben werden. Diese sogenannte Abscherung oder Abrasion des Strandes erfolgt zwar ganz allmählich, ihre Wirkung ist aber namentlich an den Steilküsten Estlands und unserer Ostseeinseln mit geradezu handgreiflicher Deutlichkeit zu erkennen (siehe Abb. 7—11 auf Taf. VII—IX).

Auf dem Grunde des Meeres werden — namentlich in der Nähe des Ufers — emporragende Punkte durch die Brandung abgetragen, tiefere Stellen durch allerhand Sinkstoffe aufgefüllt. Wenn nun der so geebnete Meeresboden infolge einer entsprechenden Hebung (vergl. S. 97) einmal trocken gelegt wird, so unterscheidet er sich durch seine ebene oder ganz flachwellige Beschaffenheit oft so scharf von dem benachbarten, aus Tälern und Hügeln gebildeten Gelände, dass man sowohl in der Natur, wie auch auf einer guten topographischen Karte ohne Mühe die ehemalige Uferlinie des Meeres aufsuchen kann. Mitunter ist auch die Zusammensetzung des Bodens und infolgedessen der Pflanzenwuchs oder Pflanzenbau diesseits und jenseits solch einer alten Uferlinie auffallend verschieden. Ein lehrreiches Beispiel für alle diese Erscheinungen bietet die Landschaft westlich von Goldingen. Der in unserer Textfigur 2 wiedergegebene Ausschnitt aus der topographischen Spezialkarte dieses Gebietes lässt deutlich erkennen, dass beim Rittergute Alschwangen und parallel dem Flüsschen Hasau eine ehemalige Uferlinie verläuft, die zwei wesentlich verschiedene Landschaften von einander scheidet: Ostwärts erkennen wir ein hügeliges, reich gegliedertes Gelände dessen dichte Besiedelung und ausgedehnte Feldflächen einen fruchtbaren Boden verraten; westwärts finden wir ein ebenes oder kaum gewelltes Gebiet, dessen grosse Wälder und Sümpfe auf mageren zur Feldwirtschaft ungeeigneten Sand- und Moorboden schliessen lassen. Alles dieses erklärt sich daraus, dass das Meer in vorgeschichtlicher Zeit dereinst fast bis zum heutigen Alschwangen gereicht hat. Damals ist das westlich von diesem Ort gelegene, ursprünglich wohl dem östlichen ähnliche Gelände geebnet, der fruchtbare Boden davongeführt und durch sterilen



Fig. 2. Topographie der Umgebung von Alschwangen in Kurland.
Masstab 1 : 200 000, d. i. 2 Kilometer auf 1 Zentimeter.

Seesand ersetzt worden. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir z. B. am Abhange bei Wirginalen [93 der Höhenkarte], Jaunarai [ebenda 95], an demjenigen der Blauen Berge bei Dondangen [96], am nordöstlichen Rande der nordkurischen Wasserscheide und an manchen zwischenliegenden Orten, die einer ehemaligen, stellenweise wohl bis 30 Meter über dem gegenwärtigen Meeresniveau gelegenen Küstenlinie Kurlands angehören. (S. 26—28, 78, 98)

Lösung.

Nicht allein durch Abspülung, Ausnagung und Abscherung schafft das Wasser Bestandteile des Erdbodens davon, eine andere kaum weniger gewaltige und mit den ersten stets vereinte Art der Abfuhr beruht auf der Fähigkeit des Wassers viele feste Stoffe vollkommen in sich aufzulösen, so dass sie dem Wasser weder eine Trübung verleihen noch auch das Bestreben haben, zu Boden zu sinken. Die Mineralien sind in sehr verschiedenem Masse in Wasser löslich. 100 000 Gewichtsteile chemisch reinen

Wassers vermögen zum Beispiel unter gewöhnlichen Umständen [7]) aufzulösen:

Kochsalz	etwa	40 000	Gewichtsteile
Gips	„	250	„
Kohlensauren Kalk [8])	„	9	„
Quarz [9])	so gut wie	0	„

Die natürlichen Wässer enthalten stets mehr oder weniger Kohlensäure, die sie teils der Luft, teils den Ausatmungsgasen der Wassertiere entnehmen, teils auch chemischen Vorgängen im Erdboden verdanken. Solches kohlensäurehaltige Wasser vermag manche Mineralien schneller und in grösserer Menge aufzulösen, als reines. Mit Kohlensäure gesättigtes Wasser kann z. B. etwa zehnmal mehr kohlensauren Kalk auflösen als reines. Die Auslaugung von Mineralien durch kohlensäurehaltiges Wasser und Bodensäuren lässt sich z. B. auch an vielen in der Erde oder unter Wasser liegenden erratischen Granit- und Gneissblöcken beobachten: Da in ihnen oft mehr oder weniger lösbare Partieen mit einander abwechseln, bleiben diese noch lange erhalten, nachdem jene schon davongeführt sind; dadurch nehmen solche Steinblöcke eine rauhe oder löcherige Oberfläche an. Manchmal entstehen auf diese Weise ganz sonderbare Verwitterungsformen, die unter dem Namen „Natursteine“ als Sockel für Denkmäler, Gartenverzierungen und dergleichen verwandt werden.

Je nachdem, ob ein Wasser mehr oder weniger Kalk (Ca O) und Magnesia (Mg O) in sich gelöst enthält, bezeichnet man es als „hart“ oder „weich“. Die Härte eines Wassers wird nach Graden gemessen, deren jeder einen Gewichtsteil der genannten in ihm aufgelösten Stoffe auf je 100 000 Gewichtsteile Wassers bedeutet. Die Härte der natürlichen Wässer schwankt innerhalb weiter Grenzen. Gewöhnliches Fluss- und Seewasser pflegt eine Härte von 0,1 bis zu 20 Graden zu haben; bei Quellwässern kann der Härtegrad unter Umständen bis auf 100 steigen; Moorwässer sind in der Regel verhältnismässig weich; das weichste natürliche Wasser ist aus leicht verständlichen Gründen das der Niederschläge.

---

7) Bei 0—15° Wärme und einem Druck von 1 Atmosphäre.

8) Hauptbestandteil aller Kalksteine.

9) Hauptbestandteil unseres Sandes und unserer Sandsteine, wesentlicher Bestandteil des Granites.

Beispiele: 100 000 Gewichtsteile klaren Wassers enthalten

	im Lang-sting-See [10]) bei Riga	in der Düna bei Riga [11])	im Kan-jer-See [10]) b. Kemmern
Schwefelsaures Kali, K_2SO_4	0,48 Teile	0,889 Teile	—
Schwefelsauren Kalk (Gips), $CaSO_4$.	0,199 „	0,233 „	15,41 Teile
Schwefelsaure Magnesia, $MgSO_4$ . .	0,196 „	—	—
Schwefelsaures Natron, Na_2SO_4 . . .	0,324 „	—	—
Chlor-Kalium, KCl	—	0,274 „	0,38 „
Chlor-Magnesium, $MgCl_2$	—	0,893 „	—
Chlor-Natrium, NaCl	0,42 „	0,305 „	0,51 „
Kohlensaures Eisenoxydul, $FeCO_3$ . .	0,014 „	0,576 „	0,01 „
Kohlensauren Kalk, $CaCO_3$	—	6,210 „	12,31 „
Kohlensaure Magnesia, $MgCO_3$ . . .	—	1,874 „	5,14 „
Kohlensaures Natron, Na_2CO_3 . . .	0,494 „	2,692 „	—
Tonerde, Al_2O_3	0,01 „	0,044 „	0,03 „
Kieselsäure, SiO_2	0,40 „	0,864 „	0,34 „
Zusammen . .	2,537 Teile	14,854 Teile	34,13 Teile
Härtegrad . .	0,15	4,5	16

Auslaugung und Auswaschung.

Indem das in den Boden sickernde Niederschlagswasser die in ihm aufgelösten Mineralien davonführt, wird das Erdreich ausgelaugt und immer weiter gelockert, im festen Untergrunde aber bilden sich Höhlen, Spalten und Gänge, die dann durch Auswaschung immer mehr erweitert werden, sodass schliesslich ihre Oberlage einstürzen kann und sie selbst oberflächlich sichtbar werden.

Solche sogenannte Einsturztrichter und die bei ihrer Entstehung erfolgenden Erschütterungen, die „Einsturzbeben", sind bei uns zu Lande namentlich im Gebiete der Düna nicht selten, da hier im schwer löslichen Dolomit (Gemenge von kohlensaurem Kalk mit kohlensaurer Magnesia) vielfach Lager des verhältnismässig leicht löslichen Gipses (vergl. vorhergehende Seite) vorkommen [12]).

10) Nach F. Ludwig „Die Küstenseen des Rigaer Meerbusens". Arbeiten d. Naturf.-Ver. zu Riga, neue Folge Heft XI, 1908.

11) Nach Seezen u. Neese „Chemische Analyse d. Wassers aus d. Düna." Festschr. d. Naturf.-Ver. zu Riga zum 50-jähr. Jubil. d. Univ. Dorpat, 1852. Riga.

12) B. Doss „Über d. Natur der in d. Ostseeprov. vorgekommenen Erdbeben" Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga XL, 147—162, 1898. — Ders. „Die histor. beglaubigten Einsturzbeben und seismisch-akustischen Phänomene d. russ. Ost-

Auch der stellenweise unterirdische Verlauf von Wasseradern beruht auf derartiger Auswaschung unterirdischer Höhlen und Gänge. Am auffallendsten ist diese Erscheinung an einem linken Nebenflusse des Jagowal, dem Jegelechtschen Bache in Estland, der beim Gute Kostifer unter der Erdoberfläche verschwindet, um erst etwa 2 Kilometer weiter unterhalb, bei Jegelecht, wieder hervorzutreten [13]).

Gesamt-Abfuhr.

Eine annähernde Vorstellung von den Massen, die durch fliessendes Wasser von und aus dem festen Boden abgeführt werden, können wir aus folgendem Beispiele gewinnen:

Unser mächtigster Strom, die Düna, enthält bei Riga, also nahe seiner Mündung, wo alle gröberen Gerölle und Sinkstoffe bereits längst abgesetzt sind, im Mittel immer noch auf jeden Kubikmeter, das ist eine Million Gramm, Wassers 161,6 Gramm gelöste und 9,4 Gramm aufgeschwemmte Stoffe [14]). Auf Grund ausgeführter Messungen ist die mittlere Wassermenge, die bei gewöhnlichem Wasserstande Sekunde für Sekunde den gesamten Querschnitt der Düna bei Riga durchströmt, auf rund 200 Kubikmeter zu veranschlagen [15]). Das macht fürs ganze Jahr 6307,2 Millionen Kubikmeter, eine Wassermasse, die einen Hohlwürfel von fast 1850 Metern (nahezu $1^3/_4$ Werst) füllen würde. Durch Multiplikation der angegebenen Zahlen finden wir für die in

---

seeprov." Beitr. z. Geophysik X H. 1, 1909. — Ders. „Die Erdstösse in den Ostseeprovinzen im Dezember 1908 und Anfang 1909". Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga LIII, 73—107, 1910.

13) K. Rathlef „Skizze d. orogr. u. hydrogr. Verh. v. Liv- Est- u. Kurl." 1852, S. 63 Fussnote 92.

14) Nach M. Glasenapp in d. Rig. Industriezeitung XII, S. 136—138, 1886 u. XIV, S. 267—273, 1888. Übrigens ist, wie am angeführten Ort angegeben wird, der Gehalt, namentlich an aufgeschwemmten Stoffen, grossen Schwankungen unterworfen; zur Eisgangszeit steigt dieser alleiu im Mittel bis auf 204 Gramm im Kubikmeter.

15) Nach dem enzyklopädischen Wörterbuche von Brockhaus und Efron (russisch) hat man für die Düna bei Kurtenhof, etwa 20 Kilom. oberhalb Rigas, bei niedrigem Wasserstande eine mittlere Durchflussmenge von $19^1/_2$ Kubiksashen, d. i. 190 Kubikmeter pro Sekunde festgestellt. Nach A. Agthe, im „Bericht über die Vorarbeiten für die systematische Entwässerung und Bereinigung der Stadt Riga", S. 120—122, 1886, hat man bei Riga folgende, den gesamten Stromquerschnitt in jeder Sekunde passierende Wassermengen gemessen: Am 20. Aug. 1881 — 269,25 Kubikmeter, am 1. Mai 1882 — 692,18 Kubikmeter, am 19. Febr. 1883 — 11,21 Kubikmeter. Die Zahlen schwanken demnach sehr bedeutend.

dieser Wassermasse aufgelösten und aufgeschwemmten Stoffe rund 1019, beziehungsweise 59, zusammen 1078 Millionen Kilogramm. Unter Berücksichtigung dessen, dass beim alljährlichen Frühlingshochwasser sowohl die Wassermasse als auch ihr Gehalt an aufgeschwemmten Stoffen um ein Mehrfaches zunimmt, können wir das Gesamtgewicht der von unserer Düna Jahr für Jahr ins Meer hinausgespülten Bodenstoffe wohl auf 1200 bis 1500 Millionen Kilogramm schätzen. Da nun ein Kubikmeter lockeren Bodens 1200 bis 1500 Kilogramm wiegt[16]), würde das ungefähr eine Million Kubikmeter lockeren Bodens ausmachen, was dem Rauminhalte eines Würfels von 100 Metern Kantenlänge oder einer Rinne von 1000 Kilometern Länge, je einem Meter Breite und Tiefe bei quadratischem Querschnitte gleichkäme. Die Düna ist nun fast genau 1000 Kilometer lang, deshalb kann man sagen, die Gesamtmenge der Stoffe, die sie nebst allen ihren Zuflüssen alljährlich dem Boden ihres ganzen Stromgebietes entführt, sei ungefähr ebenso gross, als wenn der Strom Jahr für Jahr sein Bett der vollen Länge nach um eine Rinne genannter Breite und Tiefe erweitern würde[17]). Obschon nur ein recht kleiner Teil dieser Gesamtmasse aus Sinkstoffen besteht, das Übrige aber im Wasser gelöst ist und bleibt, erscheint es demnach verständlich, weshalb die Baggermaschinen im Hafen und Seegatt Rigas fast nie ruhen dürfen.

Ablagerung.

Wo bleiben nun alle Bodenbestandteile, die das bewegte Wasser von ihren ursprünglichen Lagerungsstätten fortschafft? Um diese Frage zu beantworten, führen wir folgenden Versuch aus: Wir füllen eine Flasche mit Wasser und tun dann einige grössere Steinchen, etwas Kies, Grand und Sand von verschiedener Korngrösse, ein wenig feinkörnigen Lehm oder Ton und endlich ein paar Löffel Kochsalz hinzu. Solange wir nun die Flasche tüchtig schütteln, bleibt ihr ganzer Inhalt in lebhafter Bewegung innig vermengt. Vollführen wir anstelle des Schüttelns ein immer sanfteres Schaukeln, so kommen in der Reihenfolge ihrer Korngrösse zuerst die Steinchen, dann der Kies, der Grand, endlich — bei ganz sachter Bewegung — wohl

16) Nach Ramann „Bodenkunde", 1905, S. 235 u. 237 beträgt das spezifische Gewicht des lockeren Bodens 1,2—1,5, dasjenige unserer festen Gesteine 2,5—3,5.

17) Natürlich kann dieser ganzen Berechnung nur der Wert einer gewissen Annäherung beigemessen werden.

auch der Sand zur Ablagerung. Aber erst bei völliger Ruhe beginnt der das Wasser trübende Ton sich abzusetzen und nach einigen Stunden oder Tagen — je nach der Feinheit der kleinsten Teilchen — ist das Wasser völlig geklärt. Das Kochsalz bleibt im klar abgestandenen Wasser gelöst, im übrigen ruht der gesamte feste Inhalt unserer Flasche jetzt auf ihrem Boden, jedoch nicht in regellosem Gemenge, sondern in horizontalen Schichten und genau in der Reihenfolge seiner Ablagerung. Ganz unten fänden wir also die Steinchen, darüber nach einander den Kies, Grand, Sand und endlich obenauf den feinen Ton.

Ein ganz ähnlicher Vorgang spielt sich in der Natur ab: Der wild tosende Gebirgsbach reisst nicht nur lockeres Erdreich, sondern gelegentlich auch ansehnliche Steine mit sich fort. Er vermag dieses um so mehr, als ja ein jeder Körper, ins Wasser getaucht, um soviel leichter erscheint, wieviel eine ihm gleich grosse Wassermasse wiegt; das macht bei den für uns in Betracht kommenden Gesteinen zwischen einem Drittel und der Hälfte ihres Gewichtes aus. Weit kann aber auch der Gebirgsbach grössere Steine nicht fortwälzen; wo seine sich überstürzende Strömung nur ein wenig nachlässt, da bleiben sie liegen, bis vielleicht die Gewalt des nächsten Hochwassers oder Eisganges sie wieder ein Stück vorwärts schafft. Wenn man aber den Grund eines munteren Bächleins aufmerksam beobachtet, so sieht man, dass die kleinen Kies- und Grandkörnchen auf ihm keineswegs immer stille liegen, sondern bald hier, bald dort eines vom Strudel gepackt und weiter stromab geschafft wird, bis es an einen verhältnismässig ruhigen Ort gelangt, wo sich nun Korn auf Korn der Grösse, die vom Bache gerade noch bis hierher gewälzt werden kann, ansammelt. Noch weiter gelangt der feinere Sand. Er setzt sich erst in stillen Buchten oder im ruhigen Unterlauf der Flüsse ab (vergl. S. 52), grosse Massen von ihm werden auch durch die Mündung bis ins Meer hinausgespült, wie wir soeben am Beispiele der Düna erfahren haben. Dasselbe geschieht erst recht mit dem feinsten Ton. Nach heftigen Regengüssen und zur Zeit der Schneeschmelze sieht man alle Bäche und Flüsse tage- ja wochenlang durch Tonmassen getrübt, die ihnen mit dem abfliessenden Regen- oder Schmelzwasser zugeführt werden. An den Mündungen grösserer Ströme kann man zu solchen Zeiten weit ins klare Meer hinaus den Verlauf des gelblich-braunen Flusswassers verfolgen. In den stillen Tiefen des Meeres sinkt endlich auch der feinste Schlamm

zu Boden, zumal da die merkwürdige Tatsache besteht, dass Sinkstoffe in salzigem Wasser sich schneller niederschlagen als in süssem.

Die meisten Bodenbestandteile, die vom Wasser irgend wo losgerissen worden sind, werden also mehr oder weniger weit fortgeführt, durch Wälzen, Rollen, Schieben und Scheuern am Grunde, an den Ufern und aneinander zerkleinert, an den Kanten gerundet und geschliffen, nach der Korngrösse sortiert und endlich irgend wo am Grunde des Wassers in horizontalen Schichten abgelagert. Nur was im Wasser klar aufgelöst ist, pflegt bei allen diesen Vorgängen in ihm zu verbleiben.

Die abgesetzten Schichten werden natürlich verschieden sein, je nach den Bewegungsverhältnissen des Wassers am gegebenen Orte, je nach der Menge und Beschaffenheit des zugeführten Materiales. Da diese Verhältnisse im Laufe der Zeiten wechseln können, werden — ähnlich wie in der Wasserflasche bei unserem Versuche — an ein und demselben Orte nach und nach verschiedene Schichten übereinander abgelagert werden.

Diese Sedimentation oder Ablagerung von Schichten dauert nun mit oder ohne Unterbrechungen Jahr für Jahr, Jahrtausend um Jahrtausend. Am langsamsten, aber auch am stetigsten erfolgt sie wohl am Grunde des Meeres. Hier häuft sich unaufhörlich eine Schicht auf die andere. Durch das Gewicht der oberen werden die unteren mehr und mehr zusammengepresst, sie verhärten und bilden Gesteine, die zum Unterschied von den durch Erstarrung geschmolzener Erdmassen entstandenen (vergl. S. 94) Sedimentgesteine, Schichtgesteine oder wohl auch, nach dem Meeresgotte der Römer, neptunische Gesteine genannt werden. Wird nun der Grund des Meeres durch Hebungen (vergl. S. 97) trocken gelegt, so erscheinen diese erhärteten Schichtgesteine als fester Felsengrund auf dem trockenen Lande. Unser ganzes Gebiet ruht auf solchen, am Grunde ehemaliger Meere gebildeten Sedimentgesteinen; sie treten an zahlreichen Stellen, namentlich an gegenwärtigen, sowie ehemaligen steilen Felsenufern, in sogenannten Profilen (S. 102) zu Tage, und lassen ihre Schichtung mehr oder weniger deutlich erkennen (Abb. 7—18 auf Taf. VII—XII).

Durch nachträgliche, ungleichförmige Hebungen und Senkungen oder andere Lagerungsstörungen können die ursprünglich horizontalen Sedimentschichten ebenso schräg gerichtet, übereinandergeschoben und gefaltet werden wie die Urgesteine (vergl. S. 96).

Anspülung.

Nicht alles, was das Wasser vom Festlande losreisst, wird am Grunde abgelagert, vieles wird auch an die Ufer der Flüsse, Seen und der Meere angespült. Solches findet namentlich an den inneren Bögen von Flusswindungen, sowie an unseren sandigen Meeresküsten statt, wie bereits auf Seite 79 geschildert worden ist.

Deltabildung.

Eine besonders reichliche Ablagerung feinen Erdreiches erfolgt an den Mündungen grösserer Flüsse, weil hier die Bewegung des fliessenden Wassers zur Ruhe und die niederschlagende Wirkung des Salzwassers (vergl. S. 111) zur Geltung kommt. So entstehen die bekannten Deltabildungen, die allmählich immer weiter ins Meer hinein vordringen, wenn dieses nicht seinerseits durch Abrasion (siehe oben) entgegenwirkt. Im lockeren Boden des Deltas kann der Fluss sich leicht ein neues Bett bahnen, wenn das alte bei Hochwasser durch Eisstauungen oder infolge fortgeschrittener Versandung zu eng geworden ist. Daher wird ein Delta stets durch vielfach verzweigte alte und neue Mündungsarme durchschnitten. Als heimisches Beispiel sei das gemeinsame Mündungsdelta der Düna und der kurischen Aa (vergl. S. 56) erwähnt, obschon dieses nicht ganz typisch ist, sondern zwecks Instandhaltung des Rigaschen Hafens seit Jahrhunderten durch Dammbauten, Baggerarbeiten und dergleichen künstlich verändert, beziehungsweise in seiner natürlichen Entwickelung behindert wird.

Grundwasser.

Bei weitem nicht die gesamte Wassermasse der Niederschläge fliesst in der früher geschilderten Weise oberflächlich ab, der grösste Teil dringt in den Boden ein. Die verschiedenen Bodenarten sind aber für Wasser in sehr ungleichem Masse durchlässig, Sandboden z. B. sehr leicht, Tonboden so gut wie gar nicht. Da nun infolge ehemaliger Sedimentation verschiedene Bodenarten schichtweise übereinander gelagert sind, trifft das in die Tiefe versickernde Wasser früher oder später eine undurchlässige Schicht, über der es sich ansammelt, indem es die darüber lagernden Bodenschichten bis zur Sättigung, d. h. bis zur vollständigen Anfüllung nicht nur grösserer Hohlräume, sondern auch aller noch so kleinen Lücken zwischen den einzelnen Bodenpartikelchen, durchtränkt. Welch bedeutende Wassermengen vom Boden aufgenommen werden können, ist daraus ersichtlich, dass der Rauminhalt der Bodenlücken, nicht unter

20, gelegentlich aber bis 60 % des gesamten Rauminhaltes lockerer Böden ausmacht[18]). Die so angesammelte Wassermasse nennt man das Grundwasser, ihre Oberfläche den Grundwasserspiegel (G W in unserer Textfigur 3). Die Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Erdoberfläche ist natürlich von der Form dieser Oberfläche, von der Tiefe und Lage der obersten undurchlässigen Bodenschicht, von der Menge der Niederschläge und anderen geologischen und meteorologischen Verhältnissen abhängig, kann also an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden sein. In jedem Brunnen, See (B u. S in Textfig. 3) oder sonstigen natürlichen Wasserbecken tritt der Grundwasserspiegel sichtbar zutage, wobei er in der Nähe grösserer offener Becken etwas niedriger zu sein pflegt, als in ihrer weiteren Umgebung, weil offene Wasserflächen durch Verdunstung, oft auch durch Abfluss, beständig Wasser einbüssen.

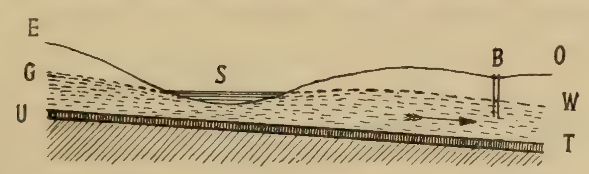


Fig. 3. Grundwasser.

Boden-wasser.

Dasjenige Grundwasser, welches infolge allzu tiefer Lage an dem aus Abströmung, Verdunstung, Niederschlag und Versickerung bestehenden „Kreislaufe des Wassers" im allgemeinen nicht weiter teilnehmen kann, wird als Tiefengrundwasser oder kürzer Tiefenwasser bezeichnet.

Nicht alles Sickerwasser, d. h. im Boden versickernde Niederschlagswasser, gelangt bis auf den Grundwasserspiegel, ein Teil von ihm bleibt in den oberen Bodenschichten haften und verleiht diesen die für das Wachstum der Pflanzen so unentbehrliche Feuchtigkeit. Dieses sogenannte „Bodenwasser" kann sich nicht nur aus dem der Niederschläge, sondern auch aus dem Grundwasser ergänzen. Daher ist sein Mengenverhältnis je nach der gegebenen Niederschlagsmenge, dem Stande des Grundwassers und der Wasserkapazität, das ist die wasserhaltende Kraft des Bodens, örtlich und zeitlich ausserordentlich verschieden. Man nennt einen Boden nass, wenn beim Herausheben von Abstichen

---

18) Nach Ramann „Bodenkunde", S. 230 u. 231.

aus diesen Wasser abfliesst; — feucht, wenn er beim Zusammendrücken noch Wassertropfen abgibt; — frisch, wenn seine einzelnen Teilchen bei mässigem Zusammendrücken aneinander haften (z. B. leicht angefeuchteter Sand); — trocken, wenn der Wassergehalt hierzu nicht mehr ausreicht; — endlich dürr, wenn überhaupt kein Bodenwasser nachweisbar ist.

Auch feste Gesteine können mehr oder weniger Wasser in sich aufnehmen, wobei manche von ihnen verhältnismässig weich werden. So wird z. B. in einem Steinbruche bei Karmel auf der Insel Ösel ein Kalkstein gewonnen, der sich in „bergfeuchtem" Zustande leicht schneiden, sägen und bohren lässt, einmal ausgetrocknet aber nicht wieder aufgeweicht werden kann [19].

Grundwasserbewegung.

Ist die wasserundurchlässige Bodenschicht geneigt, so kann das bis zu ihr durchgedrungene Grund- oder Tiefenwasser nicht ruhen, sondern muss, ihrer Neigung entsprechend, abfliessen (Pfeilrichtung in Textfig. 3). Es entstehen Grundwasserströme, die sich infolge des vielfachen Widerstandes, den sie im Boden finden, natürlich nur langsam fortbewegen, trotzdem aber oft, dank bedeutender Ausdehnung, sehr wasserreich sind. So wird z. B. das ganze Wasserleitungssystem der Stadt Riga von einem Grundwasserstrome gespeist, der zwischen den unteren Flussgebieten der Düna und der Livländischen Aa ungefähr in der Richtung von Nordost nach Südwest verläuft und in der Nähe der Weissen Seen, etwa 15 Kilometer nordöstlich von Riga, durch eine Menge von Röhrenbrunnen angezapft ist. Im Jahre 1909 hatte diese Leitung durchschnittlich mehr als 20 000 Kubikmeter Wasser täglich (233,5 Liter pro Sekunde) zu liefern, könnte aber wohl noch auf eine doppelt so grosse Inanspruchnahme eingerichtet werden [20].

Quellen.

Wasserquellen sind im Verhältnis zu ihrer Grösse lebdafte Ausströmungen des Grundwassers an die Erdoberfläche. Sie bilden sich z. B. regelmässig da, wo der untere Rand einer geneigten, Grundwasser führenden Bodenschicht zutage tritt. Un-

19) Von alters her besteht deshalb an diesem Orte ein bäuerliches Steinmetzgewerbe, das neben sehr geschätzten Treppenstufen, Pfeilern, Schornsteinen und anderen Gebrauchsgegenständen auch Kunsterzeugnisse, wie Grabmäler, Steinfiguren und baulichen Zierrat liefert.

20) Näheres bei A. Badche „Das Rigasche Wasserwerk" in d. Rig. Industrie-Ztg., Jahrg. XXXVI Nr. 11, 1910.

sere Textfigur 4 stellt den schematischen Durchschnitt des Erdbodens an einer Stelle dar, wo die ursprünglich wagerecht abgelagerten Schichten durch nachträgliche Lagerungsstörungen mul-

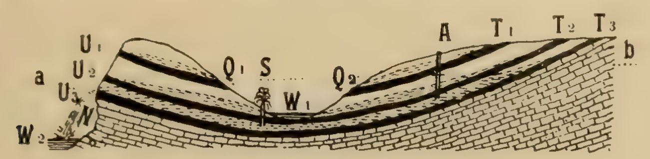


Fig. 4. Quellen und Tiefbrunnen.

denförmig eingebogen worden sind. Die schwarzen Streifen U_1 T_1, U_2 T_2, U_3 T_3 sollen drei unter einander liegende für Wasser undurchlässige Tonlager darstellen. Inmitten der Mulde erkennt man ein durch das Gewässer W_1 geschaffenes Erosionstal, das durch die erste undurchlässige Schicht bis auf die zweite reicht; links bemerkt man ein Steilufer, das alle drei undurchlässigen Schichten durchschnitten hat. Über jeder dieser drei Schichten hat sich Grundwasser, beziehungsweise Tiefenwasser (gestrichelt) angesammelt, das durch die zwischen U_1 und Q_1, Q_2 und T_1, T_1 und T_2, T_2 und T_3 zu Boden fallenden Niederschläge gespeist wird. Bei Q_1 und Q_2 müssen Quellen hervortreten, die sich ins Gewässer W_1 ergiessen.

Der über der zweiten undurchlässigen Schicht U_2 T_2 befindliche Grundwasserspiegel tritt in der Wasserfläche W_1 zutage. Dieses Gewässer wird also von beiden ersten Grundwasserschichten gespeist; wenn sein Spiegel trotzdem nicht höher liegt, so beweist dieser Umstand, dass es irgendwo einen Abfluss hat.

Artesische Brunnen.

Da die zwischen U_2 T_2 und U_3 T_3 befindliche Bodenschicht in der Mulde keinen Ausweg besitzt, staut sich das Wasser in dieser Schicht und füllt sie, wie einen ringsum geschlossenen Behälter bis zu einer durch die punktierte Linie *ab* angedeuteten Höhe völlig an. Nach einem einfachen Naturgesetze steht das von einem Behälter beliebiger Form eingeschlossene Wasser an jedem Punkte unter einem Drucke, der der Tiefe dieses Punktes unter der Wasseroberfläche direkt proportional ist. Solches, oft unter hohem Drucke befindliche Tiefenwasser wird artesisch gespanntes, oder kürzer artesisches genannt. Findet es, wie bei N auf unserer Figur, einen Ausfluss, so entsteht ein artesischer Naturbrunnen, der so lange strömt, bis der Spiegel des ihn speisenden Tiefenwassers unter die Höhe der Ausflussöffnung gesunken ist. Solches hat sich z. B. vor einigen

Jahren in einem Gipsbruche bei Schlock (D 5 auf der politischen Karte unseres Atlasses) ereignet[21]).

In künstlich angelegten artesischen Bohrbrunnen, wie bei *A* auf unserer Figur, steigt das Wasser natürlich nur bis zur Höhe seines durch die Linie *ab* angedeuteten Spiegels. Befindet sich aber die Ausflussöffnung eines Bohrbrunnens unter dieser Linie, wie bei *S*, so spritzt das Wasser unter einem Druck empor, der — von Reibungswiderständen abgesehen — diesem Höhenunterschiede entspricht. Künstliche artesische Brunnen, oder sogenannte Tiefbrunnen, sind an vielen Orten angelegt worden. Sie werden besonders hoch geschätzt, weil ihr Wasser, da es auf seinem weiten Wege durch den Erdboden bestens filtriert worden ist, sich durch Klarheit, Frische und völlige Freiheit von Bakterien auszeichnet.

Ausscheidung.

Alles im Boden befindliche Wasser löst — wie wir bereits wissen — verschiedene Mineralien in sich auf. Wenn es darnach unter irgend welchen Umständen verdunstet, so müssen die Mineralien, da sie nicht mit verdunsten können, sich ausscheiden. Solche Ausscheidungen kennt wohl jedermann unter der Bezeichnung Kesselstein; das sind die lästigen Krusten, die sich an den Wandungen von Geschirren abzusetzen pflegen, in denen oft Wasser verkocht wird.

Ähnliche Krusten bilden sich gewöhnlich an den untergetauchten Teilen der Wasserpflanzen, weil diese dem Wasser die in ihm stets enthaltene Kohlensäure entziehen, worauf der grösste Teil des im Wasser gelösten kohlensauren Kalkes sich abscheiden muss (vergl. S. 106).

In grösserem Masse erfolgt derselbe Vorgang in solchen Quellen, deren Wasser an Kohlensäure und gelöstem kohlensauren Kalk besonders reich ist. Sobald derartiges Wasser an die Erdoberfläche gelangt, entweicht aus ihm die überschüssige Kohlensäure ähnlich — wenn auch natürlich nicht so heftig — wie aus einer entkorkten Seltersflasche. Dann aber scheidet sich alsbald auch der Überschuss an gelöstem kohlensauren Kalke aus und überkrustet den Boden, die Wandungen der Quelle, sowie alle zufällig in ihr befindlichen Gegenstände. Derartige Quellen sind in unseren Kalksteingebieten sehr häufig, man

21) B. Doss „Über einen artesischen Naturbrunnen bei Schlock in Livland.“ Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga, XLVIII, 109—119, 1905.

findet in ihnen gewöhnlich überkrustetes Moos und andere Pflanzen[22]). Auf ähnliche Weise werden in manchen Sauerbrunnen die sogenannten Sprudelsteine erzeugt.

Kalksinter.

Erfolgt die Ausscheidung von kohlensaurem Kalk besonders reichlich, so bilden sich aus ihm im Laufe der Zeiten ansehnliche Gesteinsmassen, die je nach den näheren Umständen ihres Vorkommens sehr verschiedene Benennungen führen: Bilden sie sich am Boden offener, ruhender Gewässer, so nennt man sie Seekreide; entstehen sie am Grunde von Sümpfen, so spricht man von Sumpf- oder Wiesenkalk; mengt sich den Kalkausscheidungen reichlich angeschlämmter Ton bei, so entsteht der Torf-, beziehungsweise Wiesenmergel; bildet sich das Gestein an einem quelligen Abhange, so wird es Gehängekalk genannt; entsteht es in Grotten oder Höhlen durch von der Oberlage herabträufelndes Wasser, so heisst es Tropfstein. Die umfassendste und treffendste Bezeichnung ist Kalksinter, neben ihr wird auch, wenn schon weniger richtig das Wort Kalktuff gebraucht[23]). Je nach seiner Bildungsweise ist auch die Beschaffenheit des Kalksinters recht verschieden. Hier ist er locker und krümelig, dort hart und fest, bald dicht, bald porös. Mannigfaltig ist auch seine Verwendbarkeit; zur Kalkdüngung und Kalkbrennerei eignen sich alle von fremden Beimengungen möglichst freien Sorten; die festen und doch porösen Abarten werden wegen ihres geringen Gewichtes und ihrer Fähigkeit, bei reichlicher Durchlüftung die Wärme gut zurückzuhalten, als Bausteine geschätzt.

Sehr interessant sind manche Sintersteine für die Erforschung der Entwicklungsgeschichte der örtlichen Tier- und Pflanzenwelt, da Knochen, Schneckengehäuse, Panzer und Schalen anderer Tiere, die von Kalksinter überkrustet worden sind, in ihm auf fast unbegrenzte Zeiten aufgehoben werden. Auch Pflanzenteile können — wenn schon in anderer Weise — durch Kalksinter der Nachwelt überliefert werden: nachdem sie überkrustet worden sind, verwesen sie im Laufe der Jahre und ihre Verwesungsstoffe werden durch das, den porösen Sinterstein beständig durchsickernde Wasser davongeschwemmt. Es bleiben

22) Unkundige pflegen dieses meist fälschlich „Versteinerungen“ zu nennen.

23) Der eigentliche Tuffstein ist ein vulkanisches Gebilde.

aber im Steine Abdrücke der Blätter, Blüten und Früchte zurück, die deren Gestalt, Aderung und sonstige Formen mit solcher Genauigkeit wiedergeben, dass es dem Kenner leicht ist, an ihnen die Pflanzenarten zu erkennen, die vor hunderten und tausenden von Jahren am gegebenen Orte wuchsen.

Kalksintergesteine der verschiedensten Art gibt es an zahlreichen Orten unseres Gebietes, aus naheliegenden Gründen namentlich in den Gegenden, deren Untergrund aus kalkhaltigem Gestein besteht. Besonders bekannt ist unter ihnen der „Tränenfelsen" (lettisch Staburags, d. h. Säulenhorn) am linken Dünaufer bei Stabben, so genannt wegen des Quellwassers, das aus seinen unzähligen Poren beständig hervorträufelt (siehe Abb. 17 auf Taf. XII). Sehr merkwürdig ist ferner durch reichliches Vorkommen prachtvoll erhaltener Schneckengehäuse und Blattabdrücke ein grosser Kalksinterfels im Tale der Immul[24]) bei Matkuln in Kurland (C 4—5 auf unseren Karten).

Kristallbildung.

Erfolgt die Ausscheidung eines gelösten Stoffes aus seinem Lösungsmittel hinreichend langsam, so bilden sich Kristalle, die mit der Zeit immer grösser wachsen können. Solches ist z. B. der Fall, wenn Wasser, das gelöste Mineralien enthält, in Höhlen oder Spalten festen Gesteines langsam verdunstet. So entstehen z. B. die glasklaren Kristalle von kohlensaurem Kalk, die oft in Hohlräumen unseres Kalkgesteins gefunden werden, und die man als Kalkspat bezeichnet.

Jedes Mineral hat seine ganz bestimmte Kristallform. So sind Stein- oder Kochsalzkristalle stets Würfel oder gewisse Teile von solchen, während die Kristalle des Kalkspates sechsseitige Säulen darstellen, deren Enden sechsseitige Pyramiden aufgesetzt sind.

Bisweilen bilden sich indessen Kristalle eines Minerales in Hohlräumen, die durch Auflösung und Fortspülung von Kristallen eines ganz anderen Minerales entstanden sind. In solchen Fällen werden die neu entstehenden Kristalle gezwungen, sogenannte Pseudomorphosen zu bilden, d. h. sich dem gegebenen Hohlraume anzupassen und somit Kristallformen anzunehmen, die nicht diesem, sondern dem hier ursprünglich vorhanden gewesenen Mineral zukommen. Derartige Pseudomor-

24) Eines rechten Nebenflusses der Abau.

phosen von Kalkspat nach Kochsalz werden zum Beispiel im Tale der Abau zwischen Zabeln und Kandau gefunden[25]).

Salzwasserbecken.

Während die vom fliessenden Wasser in ungelöstem Zustande davongeführten Stoffe früher oder später entweder ans Ufer gespült werden, oder zu Boden sinken, pflegen die in ihm gelösten Stoffe auch dann gelöst zu bleiben, wenn das Wasser schliesslich im Meere oder in einen abflusslosen Binnensee zur Ruhe kommt. Diese Ruhe ist übrigens blos eine scheinbare, denn beinahe fortwährend steigen aus allen offenen Wasserflächen unsichtbare Wasserdünste auf, die sich nachher zu Nebel oder Wolken verdichten und endlich irgendwo als Tau, Regen, Hagel oder Schnee niederfallen, um, wiederum in den Boden versickernd oder oberflächlich abfliessend, den beschriebenen „Kreislauf des Wassers" von neuem zu beginnen. Den letzten Teil dieses Kreislaufes, nämlich die Verdunstung, können die im Wasser gelösten Stoffe nicht mitmachen, sie bleiben zurück und so werden alle abflusslosen Wasserbecken durch beständige Zufuhr mehr und mehr an gelösten Stoffen angereichert. Demnach sind — so widerspruchsvoll es auch scheinen mag — süsse Gewässer die Quellen des Salzgehaltes unserer Meere und Salzseen[26]). Dank der Geringfügigkeit der Gesamtmasse alles süssen Wassers im Verhältnis zur Wassermasse des Weltmeeres, bleibt die Anreicherung dieses mit Salz für uns unmerklich, sehr deutlich ist sie dagegen in abflusslosen Binnenseen, wie z. B. im Kaspischen und im Toten Meere, im Aralsee und vielen anderen, deren Salzgehalt den der Ozeane weit übertrifft, ja sogar mitunter den Sättigungsgrad erreicht, so dass infolge andauernder Zufuhr eine Ausscheidung der gelösten Stoffe erfolgen muss.

D. Die Einwirkung des Eises auf die Erdoberfläche.

Über die Einwirkung schwimmenden Eises sowie gelegentlicher Eisstauungen auf das Ufer und — an flachen Stellen — auch auf den Boden der Gewässer ist bereits früher die Rede gewesen (vergl. Seite 57, 80, 103 u. Abb. 29, 30 auf Taf. XIX). Wir müssen uns jedoch mit noch einer eigenartigen Wirkungsweise des Eises bekannt machen, die zwar heutzutage in unse-

---

25) B. Doss im Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga XLIII, 58—59. 1900.
26) Über die Zusammensetzung des Meersalzes siehe Seite 86.

rem Gebiete nicht zu beobachten ist, ehedem aber einen alles andere überwiegenden Einfluss auf die Gestaltung unserer Landoberfläche gehabt hat. Das ist die Tätigkeit der Gletscher und des ihnen ähnlichen Inlandeises.

Gletscher.

In denjenigen höchsten und darum kältesten Gipfeln der Hochgebirge, wo die Niederschläge das runde Jahr hindurch in der Form von Schnee niederzufallen pflegen und die Sonnenstrahlen nicht die zum Schmelzen dieser Schneemassen erforderliche Wärme entwickeln können, häuft der Schnee sich mehr und mehr, füllt, überfüllt endlich alle Mulden und beginnt dann, seiner Schwere folgend, längs den Abhängen herabzugleiten. Inzwischen sind die oberen Schichten des Schnees zu sogenanntem Firn geworden, das heisst sie haben durch gelegentliches Schmelzen in der mittäglichen Sonnenwärme und darauf folgendes Wiedergefrieren eine eigentümliche, körnige Beschaffenheit angenommen. Die unteren Schichten aber sind durch den gewaltigen Druck der auf ihnen lastenden oberen ebenso zu festem Eis zusammengepresst, wie es im Laufe des Winters durch den beständigen Druck der Schlittenkufen, Pferde- und Menschenfüsse mit dem anfänglich lockeren Schnee in den Strassen einer Stadt geschieht. Was aus den Firnmulden der Berggipfel längs deren Tälern herabgleitet ist also Eis und solch einen langsam aber stetig vorwärts schreitenden Eisstrom nennt man einen Gletscher.

Eis ist kein vollkommen starrer Körper, bei hinreichendem Druck gibt es bis zu einem gewissen Grade nach, lässt sich biegen, pressen und formen. Das sieht man auch am Gletscher, der bei seinem Abwärtsgleiten ähnlichen Gesetzen unterliegt wie ein Wasserstrom: beide folgen stets der Richtung der gegebenen grössten Neigung, bei beiden wächst die Fortbewegungsgeschwindigkeit mit dem Neigungswinkel ihres Bettes, in beiden ist wegen der Reibung die Fortbewegungsgeschwindigkeit am Grunde und an den Rändern geringer als an der Oberfläche und in der Mittellinie. Der Gletscher glitscht also bergab nicht als starre, in sich unbewegliche, sondern als plastische Masse, deren einzelne Teile gegeneinander einigermassen verschiebbar sind. Selbstverständlich erfolgen alle diese Bewegungen wesentlich langsamer, als die entsprechenden des Wasserstromes. Gleich dem Wasserstrome vermag auch der Eisstrom Hindernissen auszuweichen, sie zu umfliessen, während aber jener an solchen Stellen die bekannten Wasserstrudel und Stromschnellen bildet, entstehen in diesem Falten und Spalten.

Die Erscheinung, dass die Gletscherspalten trotz allgemeiner Vorwärtsbewegung des Eises scheinbar unverrückt und unveränderlich bleiben, erklärt sich ganz ähnlich wie jene ihr entsprechende, dass Strudel im Wasserstrome ihren Ort und ihre Form beizubehalten pflegen, solange die Wassermenge und das Flussbett an der gegebenen Stelle sich nicht ändern. Es sind nämlich immer neue Wasser- beziehungsweise Eismassen, die an ein und demselben Punkte immer wieder die gleichen, dem gegebenen Hindernisse entsprechenden Wirbel oder Risse bilden. Beim Weiterrücken können die Eisspalten sich ebenso gut wieder schliessen, wie die Wirbelwellen sich glätten.

Nur an der Oberfläche wird die Temperatur des Gletschereises von der jeweiligen Wärme der Luft beeinflusst, im Inneren gleicht sie an jedem Punkte der den gegebenen Druckverhältnissen entsprechenden Schmelztemperatur des Eises und am Grunde ist sie infolge der beim Gleiten stattfindenden heftigen Reibung meist noch höher. Diese Umstände bewirken auch das gewissermassen zähflüssige Verhalten des Gletschereises.

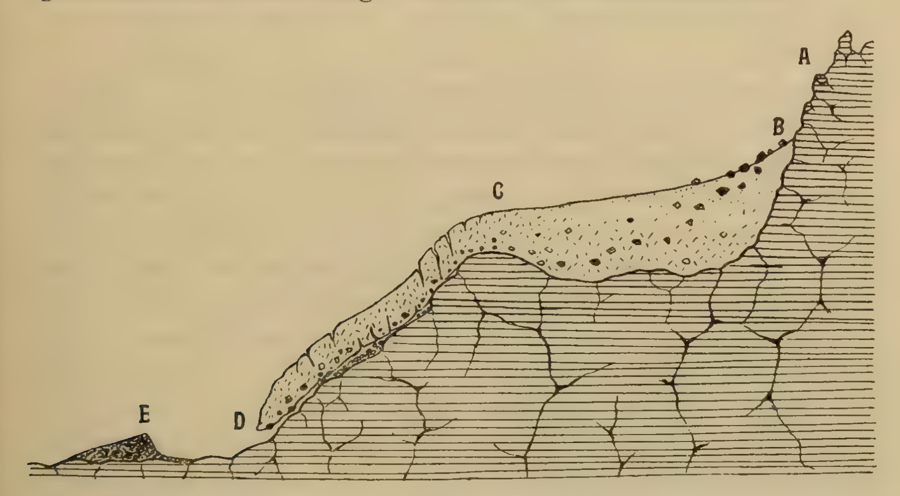


Fig. 5. Schematischer Längsschnitt durch einen (stark verkürzten) Gletscher (nach J. Walther „Vorschule d. Geologie“ 1906). Der Gletscher ist gestrichelt, seine felsige Unterlage schraffiert. *B C* ist die Firnmulde, *C D* der eigentliche Gletscher, der beim Überfliessen von Bodenschwellen Spalten erhält. Die bei *A* infolge von Verwitterung losbröckelnden Felsstücke stürzen auf das Firnfeld, durchsinken allmählich das Gletschereis und mischen sich mit der durch Abschürfen der Gleitfläche gebildeten Grundmoräne. Bei *D* öffnet sich das Gletschertor, dem der Schmelzwasserbach entströmt. *E.* ist eine Endmoräne, die der Gletscher früher einmal aufgehäuft hat, seitdem ist er infolge überwiegenden Abschmelzens zurückgegangen.

Obschon die Fortbewegung des Gletschers nie stille steht, kann er doch nicht unbegrenzt in die Länge wachsen, sondern nur bis zu einem Orte, wo die jährliche Wärmesumme gerade ausreicht um die alljährlich nachrückenden Eismassen zu schmelzen. Hier entströmt dem Gletscher, gewöhnlich aus einem geräumigen Tunnel, dem sogenannten Gletschertore, ein Abfluss, der alle in und unter dem Eise vorhandenen Schmelzwasserbäche in sich vereinigt.

Da nach dem Dargelegten der Endpunkt des Gletschers von dessen Eismasse und von der am gegebenen Orte wirksamen Wärmemenge abhängt, muss er sich zugleich mit den diese bestimmenden Umständen ändern. Andauernd kühle und niederschlagsreiche Witterungsperioden bewirken ein Vorrücken, andauernd warme und niederschlagsarme ein Zurückweichen des Gletschers. Man kann daher aus der Bewegung des Gletscherendes Rückschlüsse auf die zur Zeit herrschende Witterung ziehen.

Inlandeis.

Den Gletschern ähnlich, jedoch noch weit grossartiger und in manchen Einzelheiten von ihnen verschieden sind die Inlandeismassen die in den arktischen und antarktischen Gebieten unseres Erdballes angetroffen werden.

Das Inlandeis bildet sich ganz ähnlich wie ein Gletscher, jedoch nicht blos in beschränkten Firnmulden, sondern auf weit ausgedehnten Landmassen, stellt also einen Gletscher von riesenhafter Ausdehnung und Dicke dar. Ganz Grönland ist z. B. von einer zusammenhängenden Inlandeismasse überdeckt, deren Dicke nicht näher bekannt, jedenfalls aber so bedeutend ist, dass alle Täler und Ebenen, ja sogar alle Erhebungen des Landes darunter verborgen bleiben. Nur in der Nähe des Randes, wo die Dicke des Eises wesentlich geringer ist, immerhin aber noch hunderte von Metern betragen kann, ragen hie und da die höchsten Gipfel des Landes aus dem endlosen Eis- und Schneegefilde hervor; man bezeichnet sie mit dem der Eskimosprache entlehnten Worte „Nunnatack“ (Mehrzahl Nunnatacker).

Auch das Inlandeis befindet sich, gleichwie ein Gletscher, in beständiger, gleitender Bewegung, bei der es sich den Unebenheiten des Bodens anschmiegen und je nach den vorhandenen Hindernissen Spalten oder Wälle bilden muss. Infolge seiner ungeheuren Dicke braucht das Inlandeis in seiner Bewegung nicht unbedingt der grössten Neigung des Bodens zu folgen, sondern strebt einen Ausgleich der inneren Druck- und

Belastungsverhältnisse an, indem es sich, ähnlich wie ein sehr dickflüssiger Breiklumpen, von der dickeren Mitte zu den dünneren Rändern hin ausbreitet.

Eisberge.

Auf festem Lande reicht auch das Inlandeis bis dahin, wo Nachschub und Abschmelzung einander gerade das Gleichgewicht halten, viele Inlandeisströme münden indessen ins Meer, wo das Eis — seinem spezifischen Gewicht entsprechend — vom Wasser emporgehoben wird. Hierdurch und dank den bereits vorhandenen Gletscherspalten wird von Zeit zu Zeit eine Scholle von dem ins Wasser vorgeschobenen Eise losgebrochen, der Eisstrom „kalbt", wie die Polarfahrer sagen. Die davonschwimmenden Schollen bilden die allgemein bekannten schwimmenden Eisberge, über deren Riesengrösse man sich erst dann eine rechte Vorstellung machen kann, wenn man bedenkt, dass entsprechend dem spezifischen Gewicht des Eises wenig mehr als ein Zehntel ihrer ganzen Masse aus der Wasseroberfläche hervorragt, während nahezu neun zehntel untergetaucht sind.

Gletscherschliff.

Vergegenwärtigen wir uns das ungeheure Gewicht einer dutzende, hunderte oder gar tausende von Metern dicken Eismasse[27]), so ist es klar, dass dieses in Verbindung mit der gleitenden Bewegung des Eises eine ganz ausserordentliche Wirkung auf die gegebene Unterlage ausüben muss. Alles etwa vorhandene lockere Erdreich wird bald abgeschürft und davon geführt sein, worauf ein Reiben, Schleifen und Schaben des festen Untergrundes beginnen muss. Alle Vorsprünge und Kanten werden gerundet oder abgestossen, niedergebrochen und geglättet, sodass eigentümlich geformte Felsgebilde zurückbleiben, die sehr treffend als Rundhöcker bezeichnet werden. Die losgebrochenen Gesteinsbrocken müssen als Schleif- und Schmirgelmaterial dienen, bis sie zu feinstem Pulver zermahlen sind. All das Erd- und Gesteinsmaterial, das der Gletscher mit sich fortführt, wird als Geschiebe bezeichnet. Je nach der Härte der

27) Jeder Quadratmeter der Unterlage, d. i. eine Fläche, etwa so gross, wie die Platte eines Kartentisches, hat bei einer überlagernden Eismasse von 10, 100 oder 1000 Metern Dicke einen ungefähren Druck von 9000, 90 000 beziehungsweise 900 000 Kilogrammen (rund 550, 5500, 55 000 Pud) auszuhalten. Man hat Gründe zur Annahme, dass es Inlandeismassen von mehreren Kilometern Dicke gibt oder gegeben hat, deren Druck auf die Unterlage also entsprechend grösser gewesen sein muss.

Geschiebebrocken und des Untergrundes werden bald jene, bald dieser geritzt oder geschrammt; im ersten Falle entstehen die sogenannten gekritzten Geschiebe, im zweiten die Gletscherschrammen, die durch ihre Richtung zugleich diejenige der Gletscherbewegung kennzeichnen.

Moränen.

Da der Gletscher nicht als eine in sich starre Masse dahingleitet, sondern dank der — wenn auch geringen — Plastizität des Eises seine einzelnen Bestandteile sich gegenseitig verschieben, werden auch die vom Eise aufgenommenen Geschiebe, namentlich in den unteren Schichten des Gletschereises, durcheinander gemengt. Dieses an der Gletschersohle befindliche regellose Gemenge grosser und kleiner Brocken mit fein zermahlenem Material von allen den Bodenarten, über die der Gletscher dahingezogen war, nennt man seine Grundmoräne (vergl. Textfig. 5).

Wie ein Wasserstrom allerhand mitgeführtes Material an seinen Ufern auswirft, so lagert auch der Gletscher einen Teil seiner Geschiebe an den Seitenrändern ab. Die so entstehenden Schuttwälle heissen Seitenmoränen.

Alle die Geschiebe, die nicht in den Seitenmoränen oder an geschützten Stellen des Untergrundes zur Ruhe kommen, werden allmählich bis ans Ende des Gletschers fortgeschoben. Hier bildet sich daher im Laufe der Zeit ein recht ansehnlicher Geschiebewall, die End- oder Stirnmoräne (E in Textfig. 5). Diese erstreckt sich stets quer zur Bewegungsrichtung des Gletschers, ist meist der Endzunge des Gletschers entsprechend bogenförmig gekrümmt und weist in der Regel Durchbrüche auf, die vom abfliessenden Schmelzwasserstrom herstammen. Beim Vorrücken schiebt der Gletscher auch seine Endmoräne weiter vor, beim Zurückweichen bleibt sie abgesondert stehen. Bei abwechselndem Vor- und Rückwärtsschreiten der Gletscherstirn können sich mehrere hintereinander angeordnete Endmoränen bilden, die natürlich um so jüngeren Ursprunges sind, je näher sie dem Ausgangspunkte des Gletschers liegen.

Alle Moränen sind echte Glazial- d. h. Gletscherbildungen. Sie bestehen aus Geschieben der verschiedensten Form und Grösse, die in Lehm oder Mergel eingebettet sind; man nennt dieses Geschiebelehm beziehungsweise Geschiebemergel oder — wenn zahlreiche grosse Gesteinsblöcke darin enthalten sind — Blocklehm. Durch die regellose Vermengung groben und feinen Materiales (vergl. Abb. 27 auf Tafel XVIII, nament-

lich rechts unten und links oben im Aufschlusse) unterscheiden diese glazialen Bildungen sich deutlich von den aus dem Wasser abgelagerten oder fluviatilen, da diese durch die oben geschilderte (S. 110) Tätigkeit des Wassers stets mehr oder weniger nach der Korngrösse sortiert und in horizontalen Schichten abgelagert sind. Nicht selten findet man übrigens auch innerhalb der Grundmoränen fluviatile oder — wie man dieses genauer nennt — fluvioglaziale Ablagerungen, d. h. solche, die sich in den Schmelzwässern des Gletschers noch unter dem Eise (subglazial) gebildet haben. Solche, durch gleichmässige Korngrösse und horizontale Schichtung leicht kenntliche Bildungen sehen wir, eingeschlossen von Geschiebelehmmassen, in der Mitte des Aufschlusses auf unserer Abbildung 27 Taf. XVIII.

Gletscherspuren.

Rundhöcker, gekritzte Geschiebe, Gletscherschrammen, Moränen, Geschiebe- und Blocklehm sind stets untrügliche Zeichen ehemaliger Vergletscherung einer Gegend. Entsprechend den ungeheueren Massen des Inlandeises können sie in Gegenden, die ehedem von solchem bedeckt waren, in gewaltigen Mengen beziehungsweise in riesiger Ausdehnung vorkommen. Vorgreifend sei hier nur erwähnt, dass alle bedeutenderen Hügellandschaften unserer Heimat nichts anderes als regellos angeordnete Grundmoränenbildungen sind.

Es erübrigte eigentlich noch an dieser Stelle einiges über die Einwirkung des Windes und der Lebewesen auf die Gestaltung der Erdoberfläche zu sagen. Da aber diese sich nur in einzelnen, scharf bestimmten Formen äussert, behalten wir uns die einschlägigen Erläuterungen für die Stellen dieses Buches vor, wo über derartige, in unserem Gebiete vorkommende Bildungen die Rede sein wird. Nur soviel sei schon hier gesagt, dass die Wirkung des Windes namentlich bei der Entstehung unserer Dünen, die der Pflanzenwelt bei der Bildung von Steinkohle, Torf, Humus, Schlamm, sowie bei der Verwachsung von Gewässern zur Geltung kommt, während unter den Gebilden des Tierreiches besonders die Korallenriffe, Muschelbänke und Kreideablagerungen[28]) an der

28) Kreide ist das Produkt der Ablagerung von mikroskopisch kleinen kalkigen Schalen und Schalenbruchstücken zahlloser, sehr verschiedenen Arten angehörender Wassertiere am Grunde ehemaliger Meere.

Gestaltung der Erdoberfläche wesentlichen Anteil nehmen. Noch wichtiger aber sind für die Erforschung der Erdgeschichte diejenigen Lebewesen geworden, deren Reste, in Sedimentgesteinen eingeschlossen, bis auf unsere Tage in kenntlichem Zustande erhalten geblieben sind, denn diese sogenannten Versteinerungen oder Fossilien sind es, die den sachkundigen Forscher bei Beurteilung des Alters und der zeitlichen Aufeinanderfolge verschiedener Gesteinsschichten am zuverlässigsten leiten.

Literaturangaben finden sich am Schlusse des folgenden Abschnittes.

Abschnitt 6.

Einführung in die Erdgeschichte.

Von

K. R. Kupffer, A. und **E. v. Wahl.**

Schichtenbildung.

Im vorigen Abschnitte haben wir erfahren, wie sich mutmasslich die erste feste Rinde des Erdballes gebildet hat und wie sich seitdem auf diesen Urgesteinen infolge der Einwirkung des Wassers auf die Erdoberfläche neue und neue Massen von Schichtgesteinen abgelagert haben. Ein Vorgang, der bis in die Gegenwart andauert und — soferne die natürlichen Verhältnisse den bisherigen ähnlich bleiben — bis in die fernste Zukunft andauern wird. Die bedeutsamste Ablagerung von Schichten findet am Grunde der Meere statt. Da es aber kaum irgendwo eine grössere Fläche Landes gibt, die nicht schon während des bisherigen Entwickelungsganges unserer Erdoberfläche irgend wann einige Zeit verhältnismässig tiefer gelegen hat und darum vom Weltmeere überschwemmt gewesen ist, so findet sich an den meisten Orten der Erdoberfläche zu oberst eine mehr oder weniger, manchmal ausserordentlich mächtige Lage von Schichtgesteinen.

Ein sehr anschauliches Beispiel für diese Verhältnisse bietet unsere Heimat: Nördlich vom finnischen Meerbusen, in Finnland, tritt das granitische Urgestein nackt, oder nur mit einer dünnen Verwitterungsschichte bedeckt zutage, je weiter wir aber südwärts schreiten, desto mächtiger werden die Massen der aufgelagerten Schichtgesteine. Bei Petersburg beträgt ihre Dicke 200 Meter [1]), bei Reval etwa 260 Meter [2]) und für Schmarden

1) Nach Helmersen „Der artesische Brunnen zu St. Petersburg." Bull. Ac. sc. Pétersb. T. VIII S. 186, 1865.

2) Nach Mickwitz „Stratigraphie und Topographie des Finnischen Meerbusens." Bull. Ac. sc. Pétersb. 1907, S. 699—702.

zwischen Tuckum und Kemmern (D 4—5 der Karte) ist sie auf nahezu 600 Meter geschätzt worden[3]), am südlichen Rande unserer Karte könnte sie — eine gleichmässige Neigung vorausgesetzt — vielleicht 1000 oder mehr Meter ausmachen. Unsere Profiltafel (XXVIII im Atlasse) lässt die Zunahme der Gesamtheit aller Sedimentschichten nach Süden hin deutlich erkennen.

Schichtenlage.

Die Ablagerungen am Grunde der Gewässer pflegen sich in horizontalen oder mindestens nahezu horizontalen Lagen abzusetzen. Da ihre chemische und physikalische Beschaffenheit wechselt, lassen sich in ihnen gewöhnlich verschiedene Schichten von grösserer oder geringerer Mächtigkeit unterscheiden (vergl. die Profiltafel). Nach bergmännischer Gewohnheit nennt man ein Schicht, die sich unmittelbar unter einer anderen befindet, ihr *Liegendes*, eine solche, die ihr unmittelbar aufliegt, ihr *Hangendes*. Die Lehre von den Schichten der Erdrinde, ihrer Beschaffenheit und Aufeinanderfolge nennt man *Schichtenlehre* oder *Stratigraphie*.

In der Regel sind die aufeinander folgenden Schichten einander parallel und — wie schon erwähnt — horizontal, erfolgen aber nach ihrer Ausbildung ungleichförmige Hebungen oder Senkungen der betreffenden Erdrindenscholle, so wird die ganze Schichtenfolge mehr oder weniger schräge gestellt (vergl. unsere Profiltafel XXVIII). Die Richtung der stärksten Neigung einer Schicht heisst ihre *Fallrichtung*, diejenige, in der sie auf unveränderter Höhe dahinzieht, ihre *Streichrichtung*. Nach geometrischen Gesetzen müssen diese beiden Richtungen an jedem Orte einen rechten Winkel mit einander bilden. In unserem Gebiete streichen die Schichten ungefähr in westöstlicher und fallen in nordsüdlicher Richtung. Dabei beträgt die Senkung auf der 1000 Kilometer langen Strecke von Hangö an der Südwestecke Finnlands bis zum Südrande unserer Karte etwa 1000 Meter, also im Mittel $1^{0}/_{00}$. (Auf unserer Profiltafel erscheint die Neigung viel zu steil, weil alle Vertikalabstände 225 mal überhöht sind).

Wenn eine Schicht, sei es zwischen zwei anderen, sei es an der Erdoberfläche, längs einer gewissen Grenzlinie aufhört,

3) Nach B. *Doss* „Über die Möglichkeit der Erbohrnng von Naphtalagerstätten bei Schmarden in Kurland". (Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga, XLIII, 157—212) mindestens 588 m.

nachdem sie sich zu dieser Linie hin allmählich keilförmig verjüngt hat, so sagt man, dass die betreffende Schicht hier auskeilt. Auf der Profiltafel (XXVIII im Atlasse) sieht man, dass in unserem Gebiete zahlreiche Schichten an oder dicht unter der Oberfläche auskeilen, und aus der geologischen Übersichtskarte (gleichfalls im Atlasse) ist ersichtlich, dass die Grenz- oder Auskeilungslinien der einzelnen Schichten meist ihrer west-östlichen Streichrichtung annähernd parallel verlaufen.

Liegen mehrere Schichten, sei es wagerecht, sei es geneigt, parallel über einander, so nennt man dieses eine konkordante Lagerung; stossen aber mehrere parallele Schichten mit einer anderen, nicht parallelen zusammen, so bezeichnet der Fachmann dieses als Diskordanz. In unserer Profiltafel sind die meisten Schichten unter einander konkordant, nur die jüngste, sich gegenwärtig am Grunde des finnischen und livländischen Meerbusens absetzende Schicht ist den übrigen diskordant aufgelagert. Diskordanzen sind für die Beurteilung erdgeschichtlicher Ereignisse von grosser Bedeutung, weil leicht einzusehen ist, dass zwischen den Ablagerungszeiten zweier diskordant zusammentreffender Schichten eine Pause liegen muss. Da nämlich anzunehmen ist, dass die ältere Schicht sich ehedem in ebenso wagerechter, oder nahezu wagerechter Lage gebildet hatte, wie die jüngere, muss sich zwischen ihren Entstehungsperioden die Lage der betreffenden Erdscholle verändert haben. Auf eine besonders lange Zwischenpause kann man bei derartigen Lagerungsverhältnissen schliessen, wie sie in unserer Profiltafel dargestellt sind. Hier erkennt man nämlich, dass der Ablagerung der jüngsten, also obersten Schicht nicht nur eine Schrägstellung aller vorhergehenden vorausgegangen sein muss, sondern auch eine starke Abschleifung oder Abtragung der Erdoberfläche. Denn nur so kann jene fast ebene, nur sanft gewellte Oberfläche entstanden sein, die alle unteren Schichten unter nahezu gleichen Winkeln schneidet, von der obersten aber ihrer ganzen Ausdehnung nach überlagert wird. Solch eine Abtragung und Abschleifung erheischt aber sehr viel Zeit. In der Tat werden wir später noch zwingendere Beweise dafür kennen lernen, dass zwischen der Ausbildung jener älteren Schichten unseres Untergrundes und der jüngsten, obersten, unermessliche Zeitspannen liegen, von denen dieses Gebiet keinerlei Ablagerungen oder sonstige Spuren aufzuweisen hat.

Eine eigentümliche Erscheinung ist die sogenannte diskordante Parallelstruktur, die sich an den meisten

Sandsteinfelsen unseres Gebietes sehr schön erkennen lässt (siehe Abb. 14 auf Taf. X). Sie besteht darin, dass innerhalb parallel gelagerter Schichten feine, schräg verlaufende Parallelstreifen zutage treten. Eine Erscheinung, die durch Einwirkung des Wellenschlages am Grunde seichter Gewässer zustande kommt.

Altersbestimmung.

Eine der wichtigsten und interessantesten Aufgaben der Geologie ist die Bestimmung des Alters der einzelnen Schichten. Im allgemeinen wird man auf Grund des Vorstehenden natürlich sagen können, dass jede Schicht, die unter einer anderen liegt, älter ist, als diese. Zwar ergibt sich mitunter auch gerade das Gegenteil, wenn nämlich einzelne Schollen der Erdrinde bei gewaltsamen Umwälzungen überkippen, das heisst mit ihrer ursprünglich unteren Fläche nach oben gekehrt worden sind; jedoch sind dieses nur sehr seltene, in unserem Gebiete nirgends vorkommende Erscheinungen. Da aber bisher nirgends in der Welt eine ununterbrochene Schichtenfolge von den Urgesteinen bis zu den jüngsten Ablagerungen gefunden worden ist, wird die Altersbestimmung der Schichten ausserordentlich erschwert.

Das sicherste Mittel zur Altersbestimmung bieten die Fossilien oder Versteinerungen, das sind so oder anders im Gestein aufbewahrte Reste und Spuren der Lebewesen, die zur Zeit der Ablagerung des betreffenden Gesteins die Erde bewohnten (vergl. S. 126). Die Lehre von diesen vorgeschichtlichen Lebewesen hat sich nach und nach zu einem besonderen Zweige der geologischen Wissenschaft entwickelt, der als Paläontologie bezeichnet wird. Sie hat durch jahrhundertelange Forschungen festgestellt, dass die Tier- und Pflanzenwelt unseres Planeten weder von Anbeginn dagewesen, noch auch — nachdem sie aufgetreten war — unverändert geblieben ist. Sie konnte sich natürlich erst einfinden, nachdem Erdboden, Wasser und Luft entstanden (vergl. S. 94—96) und einigermassen günstige klimatische Verhältnisse eingetreten waren. Dabei waren es im Anfang nur Vertreter niederer, das heisst weniger hoch entwickelter Klassen des Tier- und Pflanzenreiches, die unseren Erdball besiedelten. In sehr allmählich fortschreitender Reihe und nach einer ganz bestimmten Ordnung folgten ihnen immer höher entwickelte Wesen, bis zum Menschen, der erst in den jüngsten Entwicklungsperioden des Erdballes erscheint.

Eben diese ausnahmslose zeitliche Aufeinanderfolge verschiedener Klassen von Pflanzen und Tieren bietet eine wesent-

liche Handhabe zur Altersbestimmung der Schichten unserer Erdkruste, in denen sich ihre Reste finden. In noch höherem Masse aber können hierzu folgende Beobachtungen dienen: Schon sehr bald nachdem man die einschlägigen Forschungen begonnen hatte, musste man bemerken, dass fast eine jede Schicht durch das Vorkommen, beziehungsweise besonders reichliche Vorkommen von Resten oder Spuren bestimmter Lebewesen ausgezeichnet ist, die in den anderen Schichten entweder ganz fehlen, oder doch nur viel spärlicher vertreten sind. Man kann sich also beim Bestimmen und Wiedererkennen einer Schicht geradezu vom Vorkommen der sie kennzeichnenden Fossilien leiten lassen und bezeichnet diese daher als Leitfossilien der betreffenden Schicht. Sie sind um so wichtiger, als viele von ihnen ohne oder mit nur geringen Abweichungen an weit von einander entfernten Orten in gleichaltrigen Schichten immer wieder gefunden werden, obschon diese Schichten selbst hier und dort aus ganz verschiedenen Gesteinen zusammengesetzt sein können[4]).

Jahreszahlen für die erdgeschichtlichen Zeitabschnitte anzugeben, ist trotz vielfacher Versuche bisher unmöglich, es erscheint sogar sehr fraglich, ob die Wissenschaft jemals zu diesem Ziel gelangen wird. Nur für den allerjüngsten und wahrscheinlich auch kürzesten Zeitraum, welcher in der dritten Vertikalreihe der folgenden Tabelle an oberster Stelle steht, für das Alluvium, hat man mit einiger Wahrscheinlichkeit annähernde Jahreszahlen feststellen können, da diese Periode bereits mit der Urgeschichte der Menschheit zusammenfällt und gewisse Funde menschlicher Geräte in den westeuropäischen Ablagerungen des Alluviums die Verknüpfung der Erdgeschichte mit der Menschheitsgeschichte ermöglicht haben. Danach wäre der Beginn dieser letzten Periode 10—12 000 Jahre vor der Gegenwart anzunehmen. Von den übrigen geologischen Zeitabschnitten lässt sich nur sagen, dass ihre Gesamtdauer wohl nach Millionen von Jahren zu beziffern wäre.

---

4) Es wäre z. B. irrig anzunehmen, dass die Schichten der geologischen Perioden, die als Kreide- und Kohlenformation bezeichnet werden, nur aus Kreide, bezw. Steinkohle beständen. Obschon diese Gesteine gerade in den nach ihnen benannten Formationen besonders häufig vorkommen, sind jene Benennungen nicht weniger zufällig, als z. B. die der Devon- und Juraformation, die nach eng begrenzten Landschaften bezeichnet worden sind, obgleich sie eine sehr weite Verbreitung besitzen.

Schichtenfolge.

Auf Grund zahlloser sorgfältiger Untersuchungen an den verschiedensten Orten der Erde hat man nach und nach mit einwandfreier Sicherheit die Aufeinanderfolge der einzelnen Schichten festzustellen vermocht. Jede von ihnen ist mit einem bestimmten Namen belegt worden und endlich hat man sie in Gruppen höherer und niederer Ordnung zusammengefasst, die — gleichfalls benannt — eine bequeme Übersicht über die ganze Schichtenfolge ermöglichen.

Die Tabelle auf Seite 136 u. 137 bietet solch eine Übersicht der geologischen Zeitabschnitte des ganzen Erballes. Zur Erläuterung dieser Tabelle ist folgendes zu sagen: Gleichwie in der Erdrinde selbst die ältesten Schichten am tiefsten, die jüngsten am höchsten zu liegen pflegen, so ist auch in unserer Tabelle das Älteste zu unterst, das Jüngste zu oberst eingetragen. Will man sich also die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Schichten vergegenwärtigen, so lese man die Tabelle von unten nach oben; will man hingegen die natürliche Lagerung der Sedimente in der Erdrinde erfahren, so muss die Tabelle von oben nach unten durchgesehen werden. In der ersten, linken Vertikalreihe sind die grössten Zeitabschnitte der Erdgeschichte, die sogenannten Ären angegeben. Die zweite Vertikalreihe enthält die grössten Unterabteilungen der einzelnen Zeitalter, die sogenannten Formationen; die dritte — die wichtigsten Formationsstufen, das heisst Unterabteilungen der Formationen. Die im Gebiete unserer Karten (im Atlasse) nicht vertretenen Formationen und Formationsstufen sind eingeklammert [ ]. Die vierte Vertikalreihe gibt an, wo die einzelnen Formationsstufen in unserem Gebiete anstehend[5]) zutage treten und in der fünften Reihe sind die wichtigsten Gesteinsarten und Bodenformen aufgezählt, die bei uns zu Lande in jeder Formationsstufe zu finden sind. Die in der vierten und fünften Reihe enthaltenen Lücken bedeuten, dass die zugehörige Formationsstufe in unserem Gebiete fehlt. Dieses ist selbstverständlich nicht so zu verstehen, als ob dieses Gebiet den betreffenden Zeitabschnitt der Erdgeschichte gar nicht durchgemacht hätte, sondern nur so, dass dieser Abschnitt hier nur geringe Spuren hinterlassen hat, die in der Folge vernichtet worden sind. Wodurch dieses geschehen ist, werden wir weiterhin

5) Das heisst in grossen, zusammenhängenden Massen an eben dem Orte, wo das betreffende Gestein entstanden ist. Vergl. die Profiltafel (XXVIII) und die geologische Übersichtskarte im Atlasse.

im Abschnitt über unser Quartär erfahren. Die sechste Reihe endlich bringt eine möglichst kurz gefasste Liste derjenigen Lebewesen, durch deren versteinerte Reste jede Formationsstufe gekennzeichnet ist, hie und da auch Bemerkungen über ihre Häufigkeit; diejenigen dieser Fossilien, die man in unserem ostbaltischen Gebiete bisher nicht gefunden hat, sind in eckige Klammern [ ] gesetzt.

Die in der Tabelle vorkommenden Namen von Gesteinen und Versteinerungen, die nicht ohne weiteres verständlich sind, werden weiterhin im Texte erläutert.

Geologische Übersicht Ost-Europas.

Es hat im Gefüge der Erdrinde von alters her feste Panzerplatten und leicht bewegliche Nahtregionen gegeben, die sich im Laufe der Erdgeschichte immer wieder verschieden verhielten.

Eine derartige feste Panzerplatte haben wir in der osteuropäischen Tiefebene. Seit Eintritt der paläozoischen Ära liegt sie fast ungestört, von Erderschütterungen kaum berührt da; die Kräfte, die unsere Erdoberfläche gestalten, scheinen hier etwas besonders beständiges geschaffen zu haben. Immerhin ist auch dieses Gebiet nicht immer völlig regungslos gewesen, sondern örtlich und zeitlich begrenzte Hebungen und Senkungen, Bewegungen der ganzen Scholle, sowie von Teilen derselben, müssen wir annehmen, um die stattgehabten Schichtenablagerungen zu verstehen.

Auf den krystallinischen Gesteinen der archäischen Periode, die überall der angenommenen ältesten Erstarrungskruste der Erde aufliegen, lagerten in der weiten osteuropäischen Tiefebene sämmtliche Formationen der Erdgeschichte ihre Sedimente ab, und zwar die Hauptmasse der kambrischen, silurischen und devonischen Schichten mehr im Westen der Scholle, diejenigen der darauf folgenden Kohlen-, Perm-, Trias-, Jura-, Kreideformation mehr im Osten und Südosten. Dabei bemerken wir, dass die ältesten Formationen die grösste Ausdehnung haben, gleichsam die untersten und grössten einer Reihe nicht ganz regelmässig auf- und ineinander liegender, sehr flacher Schüsseln darstellen. Zur Veranschaulichung dieser Lagerungsverhältnisse sei auf die Textfigur 7 (Seite 153) verwiesen. Dort ist ein schematischer Querschnitt durch den nordwestlichen Rand der drei untersten „Sedimentschüsseln“ (Kambrium, Untersilur und Obersilur) sowie das sie unterlagernde granitische Urgestein dargestellt. Die Richtung dieses gedachten Schnittes verläuft von

Kalmar, den Inseln Öland und Gotland in Schweden über das Baltische Meer, Ösel, Estland und den finnischen Meerbusen nach Wiborg in Finnland.

Geologische Übersicht d. Baltischen Gebiets.

Unser ostbaltisches Gebiet nimmt — um bei vorstehendem Vergleiche zu bleiben — einen Teil der nordwestlichen Ränder der kambrischen, silurischen und devonischen, in seiner südwestlichen Ecke auch der permischen und jurassischen Sedimentschüssel ein. Aus einer vergleichenden Betrachtung der nachfolgenden Tabelle, unserer Profiltafel (XXVIII) und der geologischen Übersichtskarte im Atlasse ergeben sich die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse dieser Formationen in unserem Gebiete. Insbesondere geht aus der Profiltafel hervor, dass die aus der Karte ersichtliche, im allgemeinen streifenweise Anordnung der Formationen an der Oberfläche unseres Untergrundes eine unmittelbare Folge ihrer nordsüdlichen Fallrichtung ist. Diese bewirkt es, dass die noch im südlichen Kurland aufeinander liegenden Schichten nach Norden hin eine nach der anderen, und zwar genau in der Reihenfolge von den jüngeren zu den älteren, auskeilen, bis am Grunde des finnischen Meerbusens auch die unterste Sedimentschicht aufhört und in Finnland nur noch die Gesteine der Urzeit übrig bleiben.

Man erkennt aus der Profilkarte, dass die älteren Formationen in den südlichen Teilen unseres Gebietes nicht fehlen, sondern nur von jüngeren überlagert sind, dass also die Anzahl übereinanderliegender Formationen von Norden nach Süden immer grösser wird.

Dort, wo die älteren Schichten tief unter der Erdoberfläche verborgen sind, können sie natürlich nicht mehr „anstehend“ gefunden werden, wohl aber begegnet man losen Blöcken oder sogenannten Findlingen von ihnen in den Ablagerungen des Diluviums, die in grösserer oder geringerer Mächtigkeit unser ganzes Land vom Norden bis zum Süden bedecken. Die Verteilung der Findlinge in dieser Schicht ist nicht regellos, sondern es finden sich in jeder Landschaft solche lose Steine ausschliesslich von denjenigen Formationen, die weiter nordwärts zu Tage treten. So trifft man in Estland ausser Gesteinen der hier anstehenden silurischen Formation nur Findlinge, die den Graniten und Gneisen Finnlands angehören, nie aber solche, die den südlicher hervortretenden jüngeren Formationen zuzuzählen wären; in Südlivland gibt es Findlinge ar-

chäischer, silurischer und devonischer Gesteine, in Litauen können vereinzelte Stücke permischer und jurassischer Herkunft hinzukommen. Diese Erscheinung lässt sich nur dadurch erklären, dass durch irgendwelche Naturkräfte eine gewaltige Verschiebung losgelöster Gesteinsblöcke von Norden nach Süden stattgefunden hat. Man bezeichnet daher alles so verfrachtete Gesteinmaterial kurzweg als Geschiebe, grosse Steine dieser Art auch als erratische oder Wanderblöcke (vergl. Abb. 1 u. 2 auf Taf. IV). Man beobachtet ferner, dass diese Geschiebe im Mittel an Grösse umsomehr abnehmen, je weiter sie von ihrem mutmasslichen Herkunftsorte entfernt sind, und dass dieses in umso höherem Masse statt hat, je weniger widerstandsfähig das betreffende Gestein ist: Der feste Granit ist noch weit über unser Gebiet hinaus in einzelnen ansehnlichen und zahllosen kleineren Blöcken anzutreffen, der weiche devonische Sandstein Mittellivlands hingegen ist schon an Ort und Stelle nur in kleineren Stücken dem Geschiebematerial beigemengt und verschwindet weiter südwärts bald völlig. Auch diese Erscheinungen stimmen mit der Annahme einer gewaltsamen Verschiebung der Gesteine von Norden nach Süden bestens überein, denn bei einer solchen müssten sie umso mehr abgeschliffen und zerkleinert werden, je weniger widerstandsfähig sie waren, je länger der Transport dauerte und je weiter er ging. Weiterhin, in der ausführlicheren Darstellung des Diluviums werden wir Näheres über diese Verfrachtung und die Kräfte, welche sie bewirkt haben, erfahren.

Literatur.

Dem Nichtfachmanne sind unter anderen besonders folgende Werke über Bodenkunde, Gesteinslehre, allgemeine Geologie und Paläontologie zu empfehlen.

Credner „Elemente der Geologie“ IX Aufl. 1902.
Felix „Die Leitfossilien“, Leipzig 1906.
Klinge, Ludw. „Praktische Bodenkunde“, Riga, 1910.
Koken „Die Leitfossilien“, Leipzig 1896.
Lindemann „Die Erde“ Verl. d. Kosmos, Stuttgart 1910.
Neumayr-Uhlig „Erdgeschichte“, 2 Bde. II Aufl. Leipzig u. Wien 1895.
Ramann „Bodenkunde“ II Aufl. Berlin 1905.
Rinne „Gesteinskunde“ II Aufl. Hannover 1905.
Walther „Vorschule der Geologie“, Jena 1906.
— „Geschichte der Erde und des Lebens.“
Zittel „Grundzüge der Paläontologie“, München 1903.

Tabelle der geolo-

mit besonderer Berücksichtigung ihres

Zeitalter der Erde	Formationen	Wichtigste Formationsstufen	Vorkommen im ostbaltischen Gebiete
Neuzeit od. känozoische Ära	**Quartär-Formation**	Alluvium: Geologische Gegenwart (geschichtliche Zeit)	Im ganzen Gebiete
		Alluvium: Litorinastufe	desgl.
		Alluvium: Ancylusstufe	
		Alluvium: Yoldiastufe	
		Diluvium: Glaziale [und interglaziale] Stufen	desgl.
		Diluvium: präglaziale Stufe	—
	Tertiär- „	[d. Pliocän, c. Miocän, b. Oligocän, a. Eocän]	mutmasslich im süd-westlichen Kurland
Mittelalter od. mesozoische Ära	**Kreide- „**	[obere Kreide] [untere Kreide]	mutmasslich im süd-westlichen Kurland
	Jura- „	[Malm] Dogger [Lias]	im süd-westl. Kurland und nord-westl. Litauen
	[Trias- „]	[c. Keuper, b. Muschelkalk, a. Buntsandstein]	
Altertum oder paläozoische Ära	**Dyas od. Perm- „**	Zechstein [Rotliegendes]	im süd-westl. Kurland und nord-westl. Litauen
	[Karbon od. Kohle- „]	[obere Stufe] [untere „]	—
	Devon- „	Ober-Devon	Kurland u. Süd-Livland
		Mittel-Devon: Dolomit-Abteilung, Sandstein-Abteil.	Livland und Kurland
		[Unter-Devon]	—
	Silur- „	Ober-Silur	Nord-Livland, Ösel u. Süd-Estland
		Unter-Silur	Nord-Estland
	kambrische „	Ober-Kambrium	Estland am Glint und an Flusseinschnitten
		[Mittel-Kambrium]	—
		Unter-Kambrium	Estland am Glint und auf dem Meeresboden
Urzeit od. archäische Ära	**archäozoische „**	jotnische Stufe	Finnland nebst der Insel Hochland
		jatulische „	
	archäische „	obere archäische „	
		untere „ „	
		Urformationen	

gischen Formationen

Vorkommens im ostbaltischen Gebiete.

Wichtigste Gesteine u. Bodenarten im ostbaltischen Gebiete.	Charakteristische Lebewesen der Formationen im ostbaltischen Gebiete [und in Mitteleuropa].
Ablagerungen der gegenwärtigen Gewässer (Kies, Sand, Schlamm, Kalktuff), Torf, Dünen u. a. m.	Ausbreitung und kulturelle Entwickelung des Menschen. Einbürgerung der Haustiere. Nutzpflanzen und Unkräuter.
Sande mit den Leitkonchylien *Litorina, Cardium, Tellina*	Allmähliche Einwanderung der gegenwärtigen Tier- und Pflanzenwelt in unser Gebiet. Zuerst Vertreter arktisch-alpiner Flora und Fauna, später wärmerem Klima angepasste Lebewesen. In diese Zeit fällt auch das erste Auftreten des Menschen in unserer Heimat.
Sande u. Kiese mit d. Leitschnecke *Ancylus fluviatilis*	
Sande u. Tone, namentl. Bänderton [Leitmuschel *Yoldia arctica*]	
Moränen und Gletscherstrom-Ablagerungen	Bei uns: völlige Vereisung des ganzen Landes. [In Mitteleuropa: Verbreitung von Rentier, Mamut, Nashorn, Urstier, Höhlenbär, Höhlenlöwe und Mensch.]
—	[Vordringen nordischer Flora und Fauna.]
[Tone, Sande, Mergel ?] Kohlen	[Entwicklung höherer Säugetiere und der Laubhölzer; anfangs subtropischer Pflanzenwuchs in Mittel-Europa.]
Kreide	[Auftreten bedecktsamiger Laubhölzer, Erlöschen der Ammoniten, Belemniten und Dinosaurier.]
Mariner Sand, Lehm, Ton und Mergel	[Reichste Entwickelung der Reptilien] Ammoniten, Belemniten und Riffkorallen. [Auftreten der Vögel und Knochenfische.]
—	[Froschsaurier, Krokodile. Abnahme der kryptogamen Pflanzen.]
Kalkstein	Ausklingen der paläozoischen Flora u. Fauna. [Auftreten der Nadelhölzer, Reptilien und störartigen Ganoidfische.]
—	[Weiterentwicklung der paläozoischen Tierwelt und grossartige Entwicklung der kryptogamen Pflanzen.]
Sandsteine, Kalksandsteine, dolomitische Sande, Tone.	Erlöschen beinahe aller Trilobiten. Auftreten der Ammoniten.
Dolomit, Tone, Mergel, Gips.	Höhepunkt der Entwickelung der Panzerfische.
(Rötliche) Sandsteine	
—	[Weiterentwickelung der silurischen Lebewesen.]
Kalkstein.	Auftreten der ersten Panzer- u. Knorpelfische, Eurypteriden (Krebsartige), Seesterne u. kryptogame Landpflanzen.
Kalkstein, Mergel, Brandschiefer, Glaukonitkalk, Glaukonitsand.	Blütezeit der Trilobiten, Cystideen, Nautiliden und Brachiopoden. Auftreten der Korallen, Seeigel, Schnecken und Meeresalgen.
Schiefer, Sandstein.	Entwickelung der Brachiopoden. Auftreten der Hydropolypen, und neuer Trilobiten *(Olenus)*.
—	[Weiterentwickelung der unterkambrischen Tierwelt.]
Blauer Ton, Sandstein, Konglomerat-Sandstein.	Auftreten der ersten Trilobiten *(Olenellus)*, Nautiliden, Brachiopoden, Muscheln, Cystideen.
Nicht gefaltete / Gefaltete } Granite, Gneise, Gneisgranite u. a.	Spuren von Lebewesen bisher noch nicht nachgewiesen, jedoch mit Sicherheit zu vermuten.
Stark gefaltete Schiefer, Gneise, Gneisgranite, Granite u. a. m.	Kohlen als älteste, nicht näher erkennbare Reste von Lebewesen.
Erstarrungskruste	Abwesenheit jeglicher Lebewesen.

Abschnitt 7.

Archaikum, Kambrium, Silur.

Von

A. v. Mickwitz †.

Vorbemerkung.

Einer der ersten einheimischen Gelehrten, die um einen Beitrag für das vorliegende Werk aus dem Schatze ihres Wissens gebeten wurden, war der Ingenieur August v. Mickwitz in Reval, der sich, als Privatgelehrter, durch zahlreiche hervorragende wissenschaftliche Arbeiten über die kambrische und silurische Formation Estlands ein bedeutendes Ansehen erworben hatte und dessen populäre Aufsätze auch in nichtfachmännischen Leserkreisen hoch geschätzt wurden. Mit dankenswerter Bereitwilligkeit übernahm er die Bearbeitung unserer ältesten geologischen Formationen für dieses Buch und war einer der ersten Mitarbeiter, die ihre Beiträge druckfertig einlieferten. Leider war es ihm nicht vergönnt, die Veröffentlichung seines Aufsatzes zu erleben, am 3. Mai (20. April jul. Stils) des Jahres 1910 erlag er im Alter von 60 Jahren einem Leiden, das ihn schon längere Zeit belästigt hatte. Unsere Heimat hat in ihm nicht nur einen hervorragenden Gelehrten und unermüdlichen Forscher, sondern zugleich einen ausserordentlich liebenswürdigen Menschen und warmherzigen Patrioten verloren.

Der Herausgeber.

Das Archaikum.

Älteste Spuren von Lebewesen.

Unsere heimatliche baltische Scholle ist in geologischer Hinsicht eine alt-ehrwürdige, denn ihr Sockel, die kambrische Formation, stellt — soweit bisher bekannt — die ältesten Ablagerungen unserer uralten Erde dar, in denen bestimmbare Überreste einer längst untergegangenen Lebewelt nachzuweisen sind.

Zwar wurde dieses hohe Alter unserer unterkambrischen Schichten, namentlich von amerikanischen Forschern, nicht recht anerkannt wegen des von anderen unterkambrischen Gebieten total abweichenden Charakters der diese Formation bei uns zu-

sammensetzenden Gesteine — plastische Tone, lockere Sande und Sandsteine —, die sich kaum von den Bildungen der jüngsten geologischen Perioden unterscheiden lassen, hauptsächlich aber wegen des Fehlens organischer Reste, die das Alter dieser Ablagerungen zu bestimmen gestatten. Seit der Entdeckung der unterkambrischen Fauna in den oberen Schichten des blauen Tones im Jahre 1886, deren wichtigste Repräsentanten ein hochentwickelter Trilobit, *Olenellus Mickwitzi*, und ein Brachiopod, *Mickwitzia monilifera*, die Altersfrage endgültig zu Gunsten unserer Annahme entschieden, ist diese Sache klargestellt und der Anfang des organischen Lebens wieder in unendliche Fernen hinausgerückt. Denn das ist sicher, dass ein so hoch entwickeltes Lebewesen, wie der genannte Trilobit, eine Vorgeschichte von Äonen gehabt haben musste, ehe es sich aus dem Urprotoplasma zu solcher Vollkommenheit ausbilden konnte.

Diese neue Erkenntnis, so erfreulich sie auch war, rollte die schwierige Frage auf, wo nun die Schichten zu suchen seien, in denen sich die Spuren der vorhergegangenen Lebewesen verbargen, denn die etwa 200 Meter mächtigen unterkambrischen Ablagerungen, die unter dem Horizont des *Olenellus Mickwitzi* auf dem finländischen Granitmassiv lagern, genügen für diesen enormen Zeitraum nicht. Und überall, wo unterkambrische Ablagerungen gefunden wurden, lagern diese auf sogenannten archäischen Gesteinen: Graniten, Gneisen [1]), Glimmerschiefern [2]), Quarziten [3]), die man als sogenannte Urgesteine früher geneigt war, ausschliesslich plutonischem Ursprung zuzuschreiben. Zwar hatte sich schon lange die Erkenntnis Bahn gebrochen, dass viele dieser archäischen Bildungen metamorphosierte Ablagerungsgesteine seien, d. h. Gesteine, die im Laufe der Jahrmillionen aus Tonen und Sanden durch chemische und mechanische Einwirkungen in Gneise, Glimmerschiefer, Quarzite und dergl. umge-

1) Gneis besteht im allgemeinen aus denselben Gemengteilen, wie Granit (vergl. S. 94), hat jedoch im Gegensatze zu der regellos körnigen Beschaffenheit dieses Gesteins stets ein deutlich geschichtetes Gefüge.

2) Als Schiefer bezeichnet man in der Mineralogie jedes in dünne Platten oder Blätter spaltbare Gestein. Je nach seiner Zusammensetzung unterscheidet man z. B. Quarz-, Ton-, Mergel-, Kalkschiefer und andere mehr, Glimmerschiefer ist ein aus Quarz mit reichlicher Beimengung von Glimmer (vergl. S. 94) bestehender Schiefer.

3) Ein vorzugsweise aus Quarz (vergl. S. 94) bestehendes kristallinisches Gestein.

wandelt, dabei aber auch die Gewissheit, dass bei diesen Vorgängen alle Spuren des organischen Lebens zerstört worden seien.

Es erregte daher ein ungeheures Aufsehen, als im J. 1897, kurz vor dem internationalen geologischen Kongress in Russland, aus Finnland die Nachricht kam, dass in den angenommenen ältesten Bildungen, dem archäischen Grundgebirge, in den sogenannten bottnischen Schiefern bei Tammerfors, Gebilde aus Kohle gefunden worden seien, die, mitunter in dünnen Bändern gehäuft, unverkennbare Überreste organischer Wesen darstellen, wenn es auch bisher nicht gelungen ist, sie zu deuten.

Archäische Formationen Finnlands.

Sederholm, der Direktor der finnländischen geologischen Landesaufnahme, dem wir diese Entdeckung sowohl, wie überhaupt die Klarstellung des äusserst komplizierten Baues der finnländischen Gebirgsformationen verdanken, gibt folgende Einteilung der präkambrischen, d. h. dem Kambrium vorausgehenden, Schichten des südlichen Finnlands, die er in zwei grosse Abteilungen formiert: die algonkischen Formationen oder die archäozoische Gruppe, die die Periode der Vorläufer der kambrischen Fauna repräsentiert und das archäische Grundgebirge. Die algonkischen Formationen gliedern sich in die jotnischen und die jatulischen Formationen; das archäische Grundgebirge in die oberen und die unteren archäischen Formationen mit Inbegriff der Urformation (vergleiche hier und im Folgenden die auf Seite 136—137 vorausgegangene Formationstabelle).

Die jotnischen Formationen umfassen Bildungen, die während der präkambrischen Zeit nicht stärkeren Faltungen durch Gebirgsschub ausgesetzt gewesen sind, die also ein relativ jüngeres Alter haben. Hierher gehören die bekannten Rappakiwigranite[4]) von Nystad, den Ålandsinseln und von Wiborg, sowie die Quarzporphyre[5]) der Insel Hochland, die den eben genannten Graniten gleichalterige Bildungen darstellen und wie diese vulkanischen Ursprungs sind

Die jatulischen Formationen umfassen Bildungen, die während der präkambrischen Zeit durch Gebirgsschub gefaltet

---

4) Vergl. Seite 100.

5) Porphyre nennt man Gesteine verschiedener mineralogischer Zusammensetzung, die in einer sehr feinkörnigen oder fast stukturlosen Grundmasse zerstreute grosse Kristalle enthalten.

wurden, aber jünger sind als die Urberggranite. Sie fehlen im südlichen Finnland, sind aber auf Hochland durch alte Quarzite vertreten.

Die archäischen Formationen endlich repräsentieren die ältesten Bildungen, die durch den Gebirgsschub stark gefaltet und deren Schichtenkomplexe durch den Faltungsprozess steil aufgerichtet wurden. Die auf diese Weise entstandenen Falten und Brüche wurden nachher grösstenteils durch Abrasion wieder verwischt, so dass die Gegend anstatt infolge der vielen Faltungen ihres Gesteines ein mannigfaltiges Relief aufzuweisen, ein fast ebenes Aussehen erhielt. Alle diese Veränderungen verlangten natürlich einen ungeheuren Zeitraum. Wie sehr aber auch die in dieser Periode stattgehabten Veränderungen zeitlich entfernt sind, so spiegeln sie sich dennoch in der Orographie der betreffenden Landesteile wieder: sie bedingen z. B. die vorherrschende Richtung der Uferlinien der Seen, die in dem Granit- und Gneisgebiete zerstreut sind.

Die oberen archäischen Formationen umfassen im südlichen Finnland unter anderem rote Gneis-Granite, denen auf Hochland rote Granite äquivalent sind, und jene bereits erwähnten bottnischen Schiefer von Tammerfors, die unteren archäischen Formationen aber alte Granite und präbottnische Schiefer, sowie geschichtete Gneise, denen auf Hochland Gneise und kristallinische Schiefer unbestimmten Alters entsprechen. Diese alleräItesten archäischen Bildungen liegen wahrscheinlich auf der zwar noch nirgends aufgedeckten oder erbohrten, aber logisch geforderten Erstarrungskruste der Erde.

In diese mehrfach erwähnten bottnischen Schiefer der archäischen Formation ist nun das organische Leben hinabgestiegen und wenn man in Betracht zieht, dass zwischen den genannten Formationen noch mächtige Diskordanzen zutage treten, das heisst, dass die Formationen in ungleichmässiger Ueberlagerung auf einander folgen (vergl. S. 129), so kommt man in der Tat zu einem unfassbar hohen Alter der organischen Lebewesen. Denn die diskordante Ueberlagerung ist ein Beweis dafür, dass zwischen die Ausbildung der älteren und die der jüngeren Schichtenreihe eine Pause fällt, während welcher der ältere Schichtenkomplex von Lagerungsstörungen betroffen wurde. Wir werden sicher noch nicht die wahre Länge dieser ungeheuren Zeitperiode erreichen, wenn wir annehmen, dass von der

Bildung der präkambrischen Formation bis zur kambrischen ebensoviel Zeit verflossen ist, wie von dieser bis auf die Gegenwart. Aber wenngleich wir jetzt in der Lage sind, die Spuren des Lebens in vorher nie geahnten Fernen nachweisen zu können, müssen wir doch gestehen, dass wir immer nur, bildlich gesprochen, die letzten Seiten des grossen Buches, in dem die Entwicklung der Erde und ihrer Lebewesen verzeichnet wurde, zu lesen im Stande sind. Zwar finden sich noch viele vorhergehende Blätter, aber die Schriftzeichen auf ihnen sind zerstört und die Blätter selbst, auf denen die Urgeschichte stand, bis zur Unkenntlichkeit verändert.

Ausdehnung d. archäisch. Formation.

Nach Karpinski, dem wir vieles in diesem Abschnitte Mitgeteilte entnommen, treten ähnliche kristallinische, geschichtete Gesteine im Olonezschen und Archangelschen Gouvernement und im Süden Russlands in den Gouvernements Wolhynien, Podolien, Cherson u. a. zutage. Da diese Bildungen in räumlich so entfernten Gegenden dieselben, gleichgerichteten Faltungserscheinungen aufweisen, so unterliegt es fast keinem Zweifel, dass sie sich ununterbrochen unter den späteren Ablagerungen fortziehen und auf diese Weise deren allgemeines Fundament bilden. Während sie nördlich von St. Petersburg an die Oberfläche treten, befinden sie sich in dieser Stadt selbst schon in einer Tiefe von ungefähr 200 Metern (vergl. S. 127); unter Moskau kann man sie kaum früher erwarten, als in einer Tiefe von 600 bis 1000 Metern. Nach Süden treten sie zum ersten mal in Wolhynien und im Woroneshschen Gouvernement zutage.

In Estland war das archäische Gestein bisher noch nicht erbohrt worden, obschon in Reval selbst und im Inneren des Landes viele tiefe Brunnen abgeteuft wurden. Da die estländische Küste einerseits weiter von dem finnländischen Granitmassiv entfernt ist als Petersburg, andererseits die kambro-silurischen Schichten sich nicht nur nach Süden, sondern auch — wenigstens ins Estland — nach Westen senken, so war von vorn herein anzunehmen, dass auch der ursprüngliche Meeresboden — das archäische Becken — hier in viel grösserer Tiefe ruht, als in der nordischen Metropole. Jüngst hat man aber in Kook und Asserien, nahe dem estländischen Glint, in der relativ geringen Tiefe von 142 resp. 110 Metern unter dem Meeresspiegel granitische Gesteine erbohrt; doch lässt das feine, mehlartige Bohrpulver leider eine genauere Bestimmung des archäischen

Gesteines nicht zu. Aber die Anwesenheit archäischer Gesteine in dieser verhältnismässig geringen Tiefe steht fest und lässt es möglich erscheinen, dass aus dem eruptiven Rappakiwi-Gebiet Wiborgs über Hochland eine eruptive Barre sich unter dem Kambrium nach Estland hinzieht und darüber hinaus noch weiter nach Süden erstreckt. Diese Annahme wird noch gestützt durch die Erwägung, dass die vermutete Barre in ihrer Richtung den schon erwähnten Faltenbrüchen entspricht und dass die Rappakiwi-Granite und Quarzporphyre, die, wie gesagt, vulkanischen Ursprungs sind, höchst wahrscheinlich einer Eruption aus solch einem Faltenbruche ihre Entstehung verdanken. Indessen ist es auch denkbar, dass die hohe Lage der archäischen Schichten bei Kook und Asserien nur durch den Sattel [6]) einer archäischen Falte bedingt ist.

In diesem archäischen Becken, das sich von Schweden wahrscheinlich bis zum Ural und von Finland bis in den Süden Russlands erstreckte, brandete das kambrische Meer und entwickelten sich die von vorhergegangenen Perioden überkommenen Lebewesen zu jener Mannigfaltigkeit der Arten und Formen, die wir in den paläontologischen Museen bewundern.

Paläontologische Übersicht.

Bevor wir zur Beschreibung der einzelnen Schichten unserer Formationen übergehen, scheint es am Platze zu sein, einige erläuternde systematisch-zoologische Bemerkungen über die in denselben auftretenden Lebewesen vorauszuschicken. Wir müssen uns dabei des gedrängten Raumes wegen, der zur Verfügung steht, auf eine kleine Anzahl von Formen beschränken; es möge daher genügen, die für die Unterscheidung der Schichten charakteristischesten und in ihrer Form am meisten in die Augen springenden Arten, soweit als tunlich deren Organisation und ihre verwandschaftlichen Beziehungen zu jetzt lebenden Vertretern kennen zu lernen. Hierbei können wir uns ganz auf die Tierwelt beschränken, weil pflanzliche Reste in unseren kambrosilurischen Schichten nur sehr selten sind und keine besondere Bedeutung haben.

---

6) So nennt man in der Geologie den hinaufgebogenen Teil einer Gesteinsfalte zur Unterscheidung von ihren herabgesenkten „Mulden".

Fossile Fische.

Da sind zunächst, wenn wir mit den am höchsten organisierten Tieren beginnen, die Fische, die in den oberen Öselschen Schichten zum ersten Mal als sichere Repräsentanten ihrer Klasse auftreten. Meist sind es nur isolierte Schuppen des Hautpanzers und Stacheln, die zusammen mit Zähnchen an einigen Fundstellen in grossen Mengen die Kalkbänke, namentlich die tonigen Zwischenlagen derselben füllen. Diese Reste gehören zum grössten Teil zu den Knorpelflossern *(Selachii)*, während die Lurchfische *(Dipnoi)* und die Schmelzschupper *(Ganoidei)* nur durch einige wenige Gattungen vertreten sind. Von jetzt lebenden Repräsentanten dieser drei Unterordnungen der Fische wären in derselben Reihenfolge zu nennen: die Haie, der Schuppenmolch und der Stör nebst seinen Verwandten.

Die Haut dieser ausgestorbenen Gattungen trägt meist rautenförmige Schmelzschuppen, die in schiefen Binden, meist durch Gelenkfortsätze mit einander verbunden, den Körper umziehen. Zu einer besonderen Ordnung der Schmelzschupper, die ebenfalls in den höheren Öselschen Schichten vertreten ist, gehören die sogen. Panzerfische *(Placodermata)*, deren obere Kopffläche, Brust und Kehle mit grossen Platten bedeckt, der übrige Körper dagegen nackt oder mit Schmelzschuppen versehen war. Zu diesen Fischen, von denen man, obwohl immerhin ziemlich selten, ganze Kopfpanzer findet, gehört der *Thyestes verrucosus*, Textfig. 27 auf Seite 172. Die Panzerfische haben keine lebenden Vertreter und sind auf die ältesten geologischen Perioden beschränkt.

Fossile Mollusken.

Die nächste grosse Abteilung von Lebewesen, die uns in ihren fossilen Überresten ein wichtiges Material zur Unterscheidung der verschiedenen Schichten unserer Formation hinterlassen haben, ist die der Weichtiere *(Mollusca)*. Hierher gehören in erster Linie die mit gekammerter Schale versehenen Kopffüsser *(Cephalopoda)* aus der Ordnung der Vierkiemer *(Tetrabranchiata)*, zu denen in der Jeztzeit nur noch eine Gattung mit wenigen Arten zählt, deren bekannteste und häufigste das gemeine Schiffsboot *(Nautilus pompilius)* ist. Die Vierkiemer besitzen jederseits in der von einer Hautfalte, dem sogenannten Mantel, gebildeten Höhle zwei Kiemen; um den Mund stehen zahlreiche fadenförmige Fühler. Die den Körper umgebende Schale ist meist nach dem Rücken aufgewunden, seltener grade, und in viele Kammern geteilt, in deren grösster, vorderer

das Tier wohnt, während die durch Querwände abgeteilten hinteren, mit Luft gefüllten Kammern lediglich zur Equilibrierung der schweren Schale dienen. Durch die Luftkammer zieht sich, die Querwände durchbohrend, bis in das äusserste Ende der Schale ein strangförmiger Fortsatz des hinteren Körperendes, der sogenannte Sipho. Dieser wird von der Öffnung jeder Scheidewand an eine Strecke weit von einer kalkigen Röhre umhüllt, welche man Siphonaltute nennt. Zu den Vertretern dieser Tiergruppe im Silur gehören die Gradhörner (*Orthoceratites*), von denen das *Orthoceras vaginatum* Textfig. 13 auf Seite 160 ein äusserst charakteristisches Fossil für den nach ihm benannten Vaginatenkalk bildet. Er ist durch seine gewellte und mit feiner Queriffelung geschmückte Schalenoberfläche leicht kenntlich.

Einer weiteren Klasse der Weichtiere gehören die Schnecken oder Bauchfüsser (*Gasteropoda*) an, die, wie bekannt, einen deutlich gesonderten, meist Fühler und Augen tragenden Kopf besitzen und bei denen die Mitte der Bauchfläche in der Regel eine breite Kriechsohle darstellt. Eine für die Vaginatenschicht sehr charakteristische Schnecke ist *Raphistoma qualteriatum*, Textfig. 14 auf S. 160, die sehr häufig ist und meist in ausgezeichnetem Erhaltungszustand vorkommt. Sie gehört zu der Ordnung der Vorderkiemer (*Prosobranchiata*) und zwar in die Familie der *Pleurotomariidae*, von der es einige wenige, sehr seltene und in grosser Tiefe lebende Repräsentanten der Jetztzeit gibt.

Zu den Weichtieren, die im Silur in grossen Mengen vertreten sind, gehören auch die Muscheln (*Lamellibranchiata* oder *Bivalva*). Sie sind aber meist in einem sehr schlechten Erhaltungszustande und daher schwer zu bestimmen. Meist sind nur die Steinkerne vorhanden, die wenig charakteristische Merkmale bieten; daher sind sie auch bis jetzt noch nicht genau genug studiert worden.

Fossile Brachiopoden.

Wir kommen nun zu einer grossen Gruppe von Lebewesen, die nächst den weiter unten zu beschreibenden Krustentieren die wichtigsten Leitfossilien unserer und wohl der meisten anderen paläozoischen Formationen liefern. Das sind die sogenannten Weichtierähnlichen (*Molluscoidea*), die sich in zwei grosse Gruppen teilen, von denen die erste die Armfüsser (*Brachiopoda*), die zweite die Moostierchen (*Bryozoa*) umfasst.

Die Armfüsser sind ausschliesslich Meeresbewohner und zeichnen sich durch den Besitz einer zweiklappigen, meist kalkigen, seltener hornigen Schale aus. Die beiden Klappen sind

ungleich und bedecken den Körper von der Rücken- und Bauchseite; die Bauchklappe ist stärker gewölbt und überragt am hinteren Ende die flachere Rückenklappe. Die Bauchklappe ist entweder unmittelbar auf ihre Unterlage aufgewachsen, oder die Tiere sind durch einen muskulösen Stiel auf derselben befestigt. Der Innenfläche der Klappen liegt eine Hautfalte, ein sogenannter Mantellappen, dicht an; rechts und links vom Munde befindet sich je ein spiralig aufgerollter, bewimperter Mundarm (Fig. 34).

Eine Verwechselung der Brachiopodenschalen mit denen der Muscheln ist ganz ausgeschlossen: bei den Brachiopoden sind beide Klappen ungleich, aber jede für sich zweiseitig-symmetrisch; bei den Muscheln dagegen beide Klappen gleich, aber jede für sich unsymmetrisch.

Die Brachiopoden werden in zwei Hauptabteilungen gegliedert: in die Angelschaligen *(Testicardines)* und in die Angellosen *(Ecardines)*.

Die ersteren besitzen, wie schon ihr Name andeutet, ein Schloss oder eine Angel[7]) — ähnlich wie die Muschelschalen; ihre Schalen sind immer kalkig. Die Mantellappen sind hinten mit einander verwachsen und das Ende des Darmes ist blind geschlossen. Die Angellosen hingegen haben entweder kalkige oder hornige Schalen, ihre Mantellappen sind vollständig von einander getrennt und der Darm hat eine nach rechts gelegene Endöffnung. Von den Angelschaligen verdienen in erster Linie zwei Arten genannt zu werden, die zweien obersilurischen Schichten den Namen gegeben haben: der *Pentamerus borealis*, Textfig. 23 auf S. 168, und der *Pentamerus estonus*, Textfig. 24 auf S. 169. Der erste bildet in der sogen. Pentamerenschicht durch massenhafte Anhäufung seiner Schalen einen reinen Muschelkalk, der an manchen Stellen, wie bei Pantifer, eine Mächtigkeit von 25 bis 30 Metern erreicht, und ist ein treffliches Leitfossil für diese Schicht; der zweite gibt der Estonus-Schicht, für die er charakteristisch ist, den Namen. Beide Arten gehören in die Familie der *Rhynchonellidae*, die schon im Silur durch eine grosse Anzahl von Arten aus der Gattung *Rhynchonella* und anderen vertreten war. Gegenwärtig leben aus dieser Familie nur wenige Arten der Gattung *Rhynchonella*, von denen die *Rh. psittacea* aus den nördlichen Meeren die bekannteste ist.

---

7) Das Wort Angel ist hier in demselben Sinne gemeint, wie etwa im Worte Türangel.

Die angellosen Brachiopoden liefern ebenfalls wichtige Leitfossilien: so gibt der *Obolus Apollinis* dem Obolen-Sandstein den Namen, während der *Obolus siluricus* ein ausgezeichnetes Leitfossil des Glaukonitsandes ist und die bisher sogenannte *Lingula quadrata* ein solches der Lyckholmer Schicht. Diese drei Angellosen sind in den Textfiguren 9, 11, 21 auf den Seiten 157, 159, 165 abgebildet. Die *Lingula quadrata* verdient besonders hervorgehoben zu werden, da sie bis vor kurzem zu den wenigen Tiergattungen gezählt wurde, die ihre Organisation seit den ersten Perioden des Lebens auf der Erde bis auf die Jetztzeit im wesentlichen unverändert bewahrt hätten; erst in allerjüngster Zeit ist es dem Verfasser gelungen, diesen fast hundertjährigen Irrtum zurechtzustellen: die sogenannte *Lingula quadrata* unterscheidet sich nämlich doch recht wesentlich von den heutigen Tieren dieser Gattung und ist daher einem besonderen Geschlechte zuzuzählen, das der Verfasser *Pseudolingula* benannt hat. Eine lebende Repräsentantin dieser uralten Gattung ist also nicht vorhanden, aber die in den tropischen Teilen des Stillen Ozeans häufig vorkommende, einem Entenschnabel ähnliche *Lingula anatina* gehört immerhin nahe dazu. Die Blütezeit der Brachiopoden war das paläozoische Zeitalter; in der Jetztzeit ist die Zahl der Gattungen und Arten sehr gering.

Fossile Krustentiere

Die nächstfolgende Tiergruppe, deren versteinerten Resten wir eine wesentliche Kenntnis unserer Schichten verdanken, ist die der Krustentiere *(Crustacea)*, zu denen auch die bekannten Trilobiten gehören. Wir haben da zunächst einen für die höheren Öselschen Schichten charakteristischen Vertreter der sogenannten Riesenschaler *(Gigantostraca)*, zu denen die zwei Ordnungen, der Schwertschwänze *(Xiphosura)* und der Schenkelmäuler *(Merostomata)* gehören. Erstere sind in der Jetztzeit nur durch die eine Gattung *Limulus* vertreten, zu der der Molukkenkrebs *(Limulus moluccanus)* zählt. Die kleine Gruppe der *Merostomata*, deren Hauptvertreter der für die höheren Öselschen Schichten bezeichnende *Eurypterus Fischeri*, Textfig. 26, S. 171, ist, kommt nur fossil vor und gehört ausschliesslich der Silur- und Devonformation an.

Der *Eurypterus Fischeri* besitzt eine verhältnissmässig kurze, rundlich-rautenförmige Kopfbrust *(Cephalothorax)* und einen langgestreckten zwölfgliedrigen, mit der ganzen Breite der

Kopfbrust ansitzenden, nach hinten sich verschmälernden Hinterleib, dessen letztes Segment einen langen Stachel trägt. Auf der oberen Fläche der Kopfbrust sitzen seitlich die zwei grossen nierenförmigen Haupt-Augen, der Mittellinie genähert die kleinen punktförmigen Nebenaugen. An der Unterseite der Kopfbrust sind sechs Paar beinförmiger Gliedmassen, von denen das erste, das Scheerenfühlerpaar, vor dem Munde entspringt, wie der Name andeutet, Scheeren trägt, aber keine Kaufortsätze besitzt. Die fünf übrigen Paare, die sogenannten Kaufüsse, sind zur Seite des Mundes angeheftet, tragen an ihrem Hüftgliede je einen Kaufortsatz, an ihren Enden aber keine Scheeren, sondern dreispitzige Endglieder. Das Scheerenfühlerpaar ist klein und ragt nicht, wie die Kaufüsse, über den Rand der Kopfbrust hervor, auf unserer Figur 26 ist es gar nicht zu sehen. Die Kaufüsse werden nach hinten zu immer länger; das letzte Paar ist am längsten und endigt mit einer durch die beiden verbreiterten letzten Glieder gebildeten Ruderflosse. Der Hinterleib besitzt keine Fussgliedmassen.

Zu den wichtigsten Vertretern der Krustentiere indessen, die für die Bestimmung der verschiedenen Schichten unserer Formation eine hervorragende Bedeutung haben, gehören die Trilobiten. Diese höchst eigentümliche Ordnung krebsartiger Gliedertiere, welche auf das paläozoische Zeitalter beschränkt war, wurde früher bald zu den Asseln *(Isopoda)*, bald zu den Blattfüssern *(Phyllopoda)* in nähere verwandschaftliche Beziehung gebracht; neuerdings ist man geneigt in ihnen Verwandte der Gigantostraken zu erblicken (siehe im Vorstehenden), wofür namentlich Anordnung und Bau der Gliedmassen an ihrer Kopfbrust sprechen. Der meist gedrungene bis gestreckt-eiförmige Körper zerfällt in drei hintereinander gelegene Abschnitte: Kopfbrust *(Cephalothorax)*, Mittelleib und Hinterleib *(Pygidium)*, und ist an der Oberseite auch der Länge nach durch zwei parallele, oder sich nach hinten einander nähernde Längsfurchen in einen mittleren gewölbten Längsstrang *(Rachis)* und in zwei flachere Seitenteile *(Pleurae)* geteilt. Die Kopfbrust hat in der Regel die Gestalt eines halbkreisförmigen, an den Hinterecken nicht selten verlängerten Schildes, welches durch die sich auf ihm fortsetzenden beiden Rückenfurchen in einen mittleren, als Kopfbuckel *(Glabella)* bezeichneten Bezirk und in zwei seitliche, als Wangen *(Genae)* benannte Regionen geteilt wird. Die Wangen sind durch den Besitz der meist grossen Augen

ausgezeichnet; auf der Oberseite der Kopfbrust bemerkt man ferner jederseits eine sehr verschiedenartig angeordnete Nahtlinie, die sogenannte Gesichtsnaht. Siehe Textfig. 16 auf S. 162.

Der Mittelleib besteht aus einer, bei den meisten Gattungen ganz feststehenden Anzahl von 2—26 beweglich mit einander verbundenen Segmenten; der Hinterleib ist ebenfalls aus einer, zwischen 2 und 28 schwankenden Anzahl von Segmenten zusammengesetzt, welche sich durch ihre unbewegliche Verbindung von denen des Mittelleibes unterscheiden. Während die Körperoberseite mit einem harten Panzer bekleidet war, scheinen die Unterseite und deren Anhänge nur von zarter Beschaffenheit gewesen zu sein; daraus erklärt es sich, dass fast stets nur die Oberseite deutlich erhalten ist. Erst die neuere Zeit hat über den Bau der Unterseite, namentlich der hier befindlichen Gliedmassen, wichtige Aufschlüsse gebracht, aus denen hervorgeht, dass die ganze Unterseite von vorn bis hinten mit schwachen Beinpaaren besetzt war. Die vier ersten Beinpaare gehören zur Kopfbrust und sind im Kreise der Mundöffnung in ähnlicher Weise, wie die entsprechenden Beinpaare der Gigantostraken angeordnet; die Beine des Mittelleibes tragen einen kurzen Nebenast und an ihrem Hüftgliede besondere Kiemen, die in zwei einfache oder spiralig gedrehte Schläuche geteilt sind. Die meisten (vielleicht alle) Trilobiten hatten die Fähigkeit, sich ähnlich wie die Kugelasseln einzurollen.

Unter den übrigen Krustentieren des Silurs spielen die Muschelkrebse *(Ostracoda)* die bedeutendste Rolle. In der jetzigen Tierwelt gehören zu diesen einige winzige Wasserbewohner die mit anderen kleinen Krustern den Namen „Wasserflöhe“ führen[8]). Hier sind die Weichteile von zwei meist verkalkten, den Schalen der Muscheln sehr ähnliche Klappen, die auch mit Schlosszähnen, einem Ligament (elastisches Band am Schloss, das die Schalen aus einander zu klappen bestrebt ist) und mit Schliessmuskeln ausgerüstet sind, vollständig umschlossen. Während vom Devon bis auf die jetzige Zeit diese Muschelkrebse nur durch winzig kleine Formen vertreten sind, erreichten sie im Silur zum Teil eine sehr beträchtliche Grösse, wie z. B. die für die obere Öselsche Schicht charakteristische *Leperditia grandis*, Textfig. 28 auf S. 172. Doch fehlen auch kleine Formen nicht, die stellenweise in ungeheurer Anzahl den

---

8) Nicht zu verwechseln mit den Flohkrebsen *(Gammarus*-Arten).

Meeresboden bevölkerten, wie die massenhaften Anhäufungen der kleinen Leperditien- und Beyrichienschalen in manchen tonigen Zwischenschichten der silurischen Kalkbänke beweisen.

Fossile Stachelhäuter.

Der nächstfolgende Tierkreis, den wir in Betracht ziehen wollen, sind die Stachelhäuter *(Echinodermata)*, deren Stielglieder und Kelchplatten oft mächtige Schichtenkomplexe zusammensetzen. Die Stachelhäuter liefern uns neben anderen zwei für die Silurformation höchst charakteristische Formen, von denen die erste zu der auf die paläozoische Ära beschränkten Klasse der Seeäpfel *(Cystidea)* zählt und für den untersilurischen Echinosphäritenkalk ein treffliches Leitfossil abgibt. Dieses, der *Echinosphärites aurantium*, Textfig. 15 auf S. 161, hat einen kugligen, meist aus sechsseitigen unregelmässig angeordneten sogenannten Kelchplatten bestehenden Körper, der oben in der Mitte einen von wenigen schwachen Armen umgebenen Mund und seitlich einen After mit einer meist aus fünf dreieckigen Stücken gebildeten Klappenpyramide aufweist. Näher am Munde befindet sich eine meist aus drei Stücken gebildete sogenannte Parietalpyramide. Die Kelchplatten sind mit sogenannten Porenrauten versehen, die wahrscheinlich der Atmung dienten. Unten war der Körper durch einen kurzen Fortsatz an seiner Unterlage festgewachsen.

Die zweite Form gehört zu der Klasse der Seeigel *(Echinoidea)* und zwar zu der ebenfalls auf die paläozoischen Schichten beschränkte Unterklasse der *Palaeechinoidea.* Es ist das der für die Jewesche Schicht charakteristische *Bothriocidaris Pahleni*, der mit noch einer Art die einzige Gattung seiner Familie bildet. Bei diesen Palaeechinoiden sind die Kelchplatten in regelmässigen Reihen angeordnet; der Mund liegt ebenfalls zentral oben und ist mit einem kräftigen Kauapparat ausgerüstet. Auch der After liegt zentral im Scheitel und die Schale trägt äusserlich wohl entwickelte Stacheln. Siehe Textfig. 18 auf S. 163.

Auch die Enkriniten *(Encrinidae)*, eine Gruppe der sogenannten Seelilien oder Haarsterne *(Crinoidea)*, gehören zum grossen Kreise der Stachelhäuter. Einige Vertreter dieser Gruppe bilden stellenweise die Hauptmasse der sogenannten Wassalemschen Schicht des Untersilurs.

Fossile Hohltiere.

Der letzte Tierkreis, mit dem wir uns zu beschäftigen haben, ist der der Hohltiere *(Coelenterata)*, so genannt, weil ihr Körper

innen hohl ist. Das für den oberkambrischen Diktyonemaschiefer charakteristische Fossil, *Dictyonema flabelliforme*, Textfig. 10 auf S. 158, gehört zu den Saumquallen oder Hydroidpolypen und zwar zu der Gruppe der *Calyptoblastea*, zu der in der Jetztzeit die in der Nord- und Ostsee und im Mittelmeer sehr häufige *Campanularia flexuosa* zählt. Diese bildet ein festsitzendes Polypenstöckchen mit einer chitinartigen[9]) Skelettbildung, welche röhrenförmig einen Teil des Polypenstockes umkleidet. Der kambrische Vertreter dieser Gruppe bildet ein zierliches trichterförmiges Körbchen, das wie aus schwarzen Spitzen gearbeitet erscheint. An der Innenseite der chitinösen vertikalen Stränge sitzen die chitinösen Zellen, in denen die Tierchen des Stockes wohnten. Diesen Chitinskeletten verdankt der Diktyonemaschiefer seine dunkelbraune Färbung und seinen Gehalt an brennbaren Stoffen.

Zu den Hohltieren gehören auch die Korallen *(Corallia)*. Diese sind in unseren Schichten sehr reichlich und in zahlreichen Arten vertreten. Ihre Kalkgerüste bilden namentlich in den silurischen Schichten oft mächtige Bänke. Sie liefern jedoch — so weit sie bisher unterschieden worden sind — keine brauchbaren Leitfossilien, da die meisten von ihnen in mehreren aufeinanderfolgenden Schichten zu finden sind. Freilich sind sie bisher noch nicht genau genug studiert worden. Wir wollen uns jedoch als Verwandte der Korallen die sogenannten Schriftkorallen *(Graptolithi)* merken, die nur in den paläozoischen Formationen, vom oberen Kambrium bis zum Devon vorkommen, seitdem völlig ausgestorben sind und ihren Namen der eigentümlichen Form ihrer schwärzlichen Chitinskelette verdanken, die — namentlich wenn sie in hellem Gestein zerstreut sind — rätselhaften Schriftzeichen ähneln.

Stratigraphische Übersicht.

Lagerungsverhältnisse.

In der Regel zeigen die ältesten Ablagerungen der Erde am prägnantesten die Einwirkungen des Gebirgsschubes, die sich, wie wir sahen, in Faltungen, Brüchen, Aufrichtungen, ja sogar Überkippungen kundgeben. Man kann daher im allgemeinen

9) Chitin ist ein sehr widerstandsfähiger, brennbarer, im Tierreiche recht verbreiteter Stoff. Aus ihm bestehen zum Beispiel die festen Flügeldecken, Panzer. Leibesringe und Gliederröhren der Käfer und anderer Kerbtiere.

aus dem Grade der Veränderung der ursprünglichen Lagerung von Schichten auf ihr Alter schliessen. Von diesem Gesichtspunkte aus scheint es wunderlich, dass unsere kambro-silurischen Schichten in nahezu horizontaler Lagerung liegen, als wären sie jüngste Bildungen, während sie doch zu den ältesten sedimentären Ablagerungen der Erde gehören. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich dadurch, dass unser Schichtenkomplex an dem finnländischen archäischen Gebirgsmassiv, an das er sich diskordant anlagerte, einen zu geringen Widerstand fand, als dass der vortreibende Gebirgsschub sich in Faltungen hätte umsetzen können. Unsere Formationen wurden daher auf den sanft ansteigenden Boden des archäischen Beckens aufgeschoben. Dabei mögen in der Grenzzone der sedimentären und archäischen Formation immerhin Brüche der ersteren stattgefunden haben, die die Veranlassung zur Bildung eines Erosionsbeckens gaben, aber Faltungen konnten unter solchen Umständen nicht zu Stande kommen.

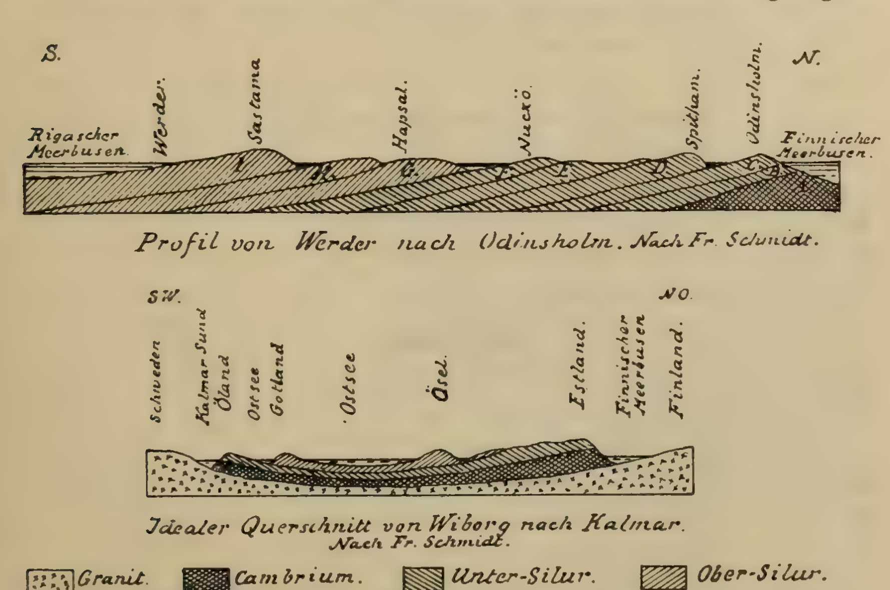
Die horizontale Lagerung der Formationsglieder ist jedoch nicht im strengsten Sinne des Wortes zu verstehen; dass sich die Glintschichten leicht nach Süden neigen, lehrt schon der Augenschein. Aber sie fallen auch schwach nach Westen hin, denn die Kalkbänke, die im Osten Estlands, etwa bei Ontika, fast 60 Meter hoch liegen, sinken bis Packerort auf der Baltischportschen Halbinsel auf 25 Meter herab (vergl. S. 11). Der Grund dieser südwestlichen Senkung ist leicht einzusehen. Die Profile am Glint zeigen, dass die kambro-silurischen Schichten, einzelne Abweichungen abgerechnet, in ungefähr gleich dicken Bänken abgelagert wurden; es ist daher verständlich, dass sie dort, wo das Meer tiefer war, auch eine entsprechend tiefere Lage einnehmen mussten. So sehen wir auf Ösel nur die obersten silurischen Schichten aus dem Meer auftauchen, während alle älteren Schichten unter dem Meeresniveau verborgen sind. Die tiefste Stelle des alten archäischen Meeresbeckens, in welchem unsere Formationen abgelagert wurden, lag — soweit unser Land dabei in Betracht kommt —, etwa südlich der Linie Ösel-Gotland, d. h. südwestlich von Estland.

Dank den unermüdlichen Forschungen des Altmeisters unserer Geologie, des Akademikers Fr. Schmidt[10]), haben wir eine gute Übersicht über die Schichten unserer Formationen

10) Siehe S. 95 Fussnote und Abb. 27 auf Tafel XVIII.

und ihrer Verbreitungsbezirke im Inneren des Landes. Am Glint, dem steilen Absturz unserer Schichten nach Norden, der sich längs der Nordküste Estlands hinzieht, bald dem zerstörenden Einfluss der Wogen ausgesetzt, bald — tiefer landeinwärts liegend — ihrem Einflusse entrückt, haben wir einen schönen Durchschnit der tiefsten untersilurischen und höchsten oberkambrischen, weiter ostwärts auch der höheren unterkambrischen Schichten im Inneren des Landes aber fehlen, abgesehen von einzelnen niedrigen Felsstufen, Profile und der Schichtenbau kann nur aus den über das ganze Land zerstreuten Steinbrüchen erschlossen werden.

Nach Schmidt verlaufen die einzelnen Zonen in annähernd der Nordküste Estlands parallelen Streifen von Ost nach West, um sich beim Verlassen des estländischen Festlandes allmählich nach Süd-West zn wenden und schliesslich parallel der schwedischen Ostküste zu verlaufen. Wir werden also, vom estländischen Glint ausgehend, nach Süden hin alle Schichtenstufen nach einander passieren, mit Ausnahme der höchsten Öselschen Schichten, die auf dem Festlande nicht mehr vertreten sind. Die verschiedenen Schichten der Formationen liegen wie die Blätter eines Buches übereinander; nur dass jedes folgende Blatt um die Breite der Zone zurückweicht. Siehe die hier beigefügten



Profil von Werder nach Odinsholm. Nach Fr. Schmidt.

Idealer Querschnitt von Wiborg nach Kalmar. Nach Fr. Schmidt.

Figuren 6, oben, und 7, unten. Die Buchstaben in den Schichten der Fig. 6 entsprechen den grossen Buchstaben der folgenden Übersichtstabelle.

Profilfiguren 6 und 7, vergleiche auch die Profiltafel XXVIII und die geologische Übersichtskarte im Atlasse.

Übersichtstabelle.

Schmidt teilt die Schichten unserer Formationen in der Aufeinanderfolge von den älteren zu den jüngeren wie folgt ein:

Unteres Kambrium.

A. 1. *a.* Untere kambrische Sandsteine und Konglomerate.
b. Blauer Ton.
c. Eophytonsandstein.
d. Fukoidensandstein.

[**Mittleres Kambrium** fehlt.]

Oberes Kambrium.

2. Obolen- oder Ungulitensandstein.
3. Diktyonemaschiefer.

Unter-Silur.

B. 1. Glaukonitsand.
2. Glaukonitkalk.
3. Vaginatenkalk.

C. 1. Echinosphäritenkalk.
2. Brandschiefer oder Kuckerssche Schicht.
3. Itfersche Schicht.

D. Jewesche Schicht; zerfällt im Westen in:
1. Eigentliche Jewesche Schicht.
2. Kegelsche Schicht.
3. Wassalemsche Schicht.

E. Wesenberger Schicht.

F. 1. Lyckholmer Schicht.
2. Borkholmer Schicht.

Ober-Silur.

G. 1. Jördensche Schicht.
2. Borealis-Bank.
3. Raiküllsche Schicht.

H. Estonus-Schicht.

I. Untere Öselsche Schicht.

K. Obere Öselsche Schicht.

Anmerkung: Die Benennungen der Schichten C. 2 und 3, D nebst ihren Unterabteilungen, E, F. 1 und 2, G. 1 und 3 sind von einzelnen Ortschaften Estlands abgeleitet.

Das Kambrium.

Unteres Kambrium.

A. 1. *a.* Untere Sandsteine. *b.* Blauer Ton. *c.* Eophytonsandstein. *d.* Fukoidensandstein.

Untere kambrische Sandsteine.

Die unteren kambrischen Sandsteine und Konglomerate liegen unmittelbar auf dem finnländischen Granitmassiv, das in Petersburg in einer Tiefe von 200 Metern erbohrt worden ist (vergl Textfig. 7 auf S. 153 und Taf. XXVIII des Atlasses). Zu oberst dieses etwa 90 Meter mächtigen Schichtenkomplexes liegen feinkörnige Sandsteine, die mit zunehmender Tiefe grobkörniger werden und schliesslich in Konglomerate übergehen. Im Revaler Bohrloch auf dem Heumarkt wurden die Anfänge der Konglomerate ebenfalls erbohrt; hier waren bis faustgrosse Quarzrollsteine in einem grobkörnigen Sandstein eingebacken [11]).

Blauer Ton.

Über diesen ältesten kambrischen Ablagerungen liegt der Blaue Ton, der in seinen unteren und oberen Lagen von Sandsteinschichten durchsetzt ist, während die mittleren Teile von plastischen grünen und rotbraunen Tonen gebildet werden. Der blaue Ton, der eine Mächtigkeit von etwa 90 Metern aufweist, liegt in Reval und weiter nach Westen schon unter dem Meeresspiegel; nach Osten steigt er, wie alle Formationsglieder, an und bildet überall am hohen Glint das unterste Glied desselben. In Kunda wird er an der unteren Glintterrasse zum Zweck der Zementfabrikation gebrochen. An organischen Resten hat sich der Blaue Ton bisher als sehr arm erwiesen; in den oberen Schichten finden sich kleine zierliche Orthoceren *(Volborthella)* und eine schwach konische Schneckenform *(Hyolithes)*, ausserdem rätselhafte Gebilde, die sogenannten Platysoleniten, die für Cystideenstielchen angesehen werden. Sonst finden sich noch viele unsichere Algenabdrücke und merkwürdige Kriechspuren, die in den draufliegenden Sandsteinplatten Abdrücke hinterlassen haben. Zu erwähnen ist noch eine asphaltartige

11) Ein derartiges Gefüge, d. h. grössere oder kleinere Gesteinsbrocken, durch eine andersartige Gesteinmasse mit einander verkittet, ist das Kennzeichen aller Konglomeratgesteine.

Kohle, die in Kunda gefunden worden ist und auch im Revaler Bohrloch nachgewiesen werden konnte.

Eophyton-sandstein.

Auf den Blauen Ton folgt aufwärts ein toniger Sandstein, der in seinen unteren Lagen viel Glaukonitkörner[12]) führt und einen durchgehenden Horizont bildet. In diesen Schichten sind die für den schwedischen Eophyton-sandstein typischen Petrefakten nachgewiesen worden: unser einziger kambrischer Trilobit *Olenellus Mickwitzi* (Fig. 8) und die Meduse *Medusites Lindströmi*. Für die oberen Teile ist eine etwa zwei Fuss mächtige harte dolomitische Sandsteinbank charakteristisch die ebenfalls einen durchgehenden Horizont bildet, da sie von der Halbinsel Kakomägi im Westen von Reval bis nach Kunda im Osten nachgewiesen ist. Die Oberfläche dieser Bank wird durch ein Konglomerat von Schalen der *Mickwitzia monilifera* und gerollten scheiben- brot- und ellipsoidförmigen schwarzbraunen Sandsteinbrocken gebildet, welches mitunter verkiest ist und dann die Schalen der *Mickwitzia* in besserer Erhaltung zeigt. Am Jagowalschen Profil werden in diesem Konglomerat auch Spuren vom *Olenellus* gefunden. Ueber dieser harten Bank lagert ein magerer Ton, der viele zarte Schalen einer patellenartigen Schnecke, *Scenella discinoides*, führt, die auch im Konglomerat vorkommt. Die Mächtigkeit der ganzen Eophytonetage beträgt am Revalschen Profil etwa 9 Meter.

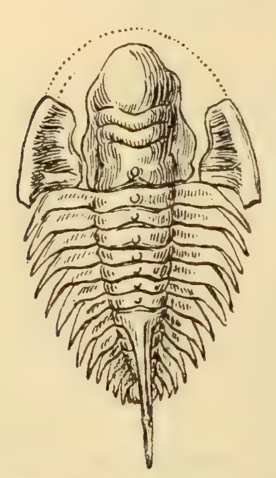


Fig. 8. *Olenellus Mickwitzi*, verkleinert. Restauriert.

Fukoiden-sandstein.

Das jüngste Glied des unteren Kambriums bildet der nun folgende Fukoidensandstein[13]). Er entspricht vollständig dem

---

12) Glaukonit oder Grünerde ist ein aus Eisenoxydsilikaten mit Eisenoxydul, Kali, Tonerde und Magnesia bestehendes Mineral von grünlicher Farbe, das, meist in der Form kleiner Körner, gewissen Sanden, Tonen, Mergeln und Kalkarten beigemengt zu sein pflegt. Eine Abart davon wird als „Veroneser Grün" in der Malerei benutzt.

13) Als Fukoiden bezeichnet man in der Paläontologie gewisse undeutliche Pflanzenreste, die tangartigen Gewächsen zugeschrieben werden (*Fucus* ist der lateinische Gattungsname des an den Küsten unseres Baltischen Meeres so gewöhnlichen braunen Blasentanges).

schwedischen Fukoidensandstein und besteht aus reinem Quarzsand ohne Beimengung von Ton. Dieser Umstand und das Fehlen jeglicher organischer Reste sprechen für eine Landbildung, worauf auch das Konglomerat des darunterliegenden Eophytonsandsteines hinweist, da ein solches nur in einer Uferzone entstehen kann. Zu damaliger Zeit hat sich also das Land, wohl infolge der (auf Seite 152 erwähnten) Aufschiebung gehoben und die Bedingungen zur Bildung von Sanddünen geschaffen, zu welcher der aus den Eophytonablagerungen ausgewaschene Sand das Material bot. Besonders schön ist das durch Eisenoxydhydrat kanariengelb gefärbte Fukoidensandsteinmassiv am Glint von Tischer westlich von Reval zu beobachten.

Oberes Kambrium.

A. 2. Obolensandstein. 3. Diktyonemaschiefer.

Obolen- od. Unguliten-sandstein.

Über den Fukoidensandstein, dessen Oberfläche vielfach Erosionserscheinungen sowie gerollte, oft Obolenschalen enthaltende Sandsteinknauer aufweist und damit auch hier eine Strandbildung anzeigt, steht der Obolensandstein an. Dieser beginnt in der Regel mit einem dünnen Uberguss von Diktyonemaschiefer, der die Knauer und die unregelmässig zerfressene Erosionsfläche des Fukoidensandsteines überkleidet. In den unteren Lagen treten die Obolen meist spärlich auf; nach oben zu bilden sie oft dicke Bänke, die fast nur aus Schalen bestehen und den Sand nur als Zwischenfüllung enthalten; so zum Beispiel am Wasserfall von Joa bei Jegelecht, bei Hülgas und Jamburg. Am letztgenannten Orte sieht man im Profil deutlich die transversale Schichtung des Konglomerats und hat unmittelbar den Eindruck, dass die Schalen von den Wellen am ansteigenden Strande angespült wurden, wie es jetzt noch an unseren Küsten geschieht. Ausser dem Hauptfossil, dem *Obolus Apollinis* (Fig. 9), kommen hier noch einige andere Brachiopoden vor, wie *Keyserlingia* und *Helmersenia*. Oft ist die ganze Bank verkiest und weist auf ihrer Oberfläche schöne Wellenspuren auf; so bei Leetz auf der Baltischportschen Halbinsel. Die Mächtigkeit des Obolensandsteines wechselt von 5 bis zu 20 Metern.

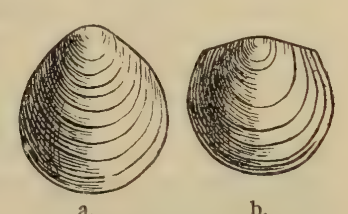


Fig. 9. *Obolus Apollinis*.
a. Bauchklappe. b. Rückenklappe.

Diktyonema-Schiefer.

Untrennbar vom Obolensandstein ist der ihn überlagernde Diktyonemaschiefer, der auch den Obolensandstein mit einigen dünnen Lagen durchsetzt. Es ist ein dunkelbrauner bis schwarzer Tonschiefer, der in eckige Bruchstücke mit muschligen Flächen klüftet und Farbe wie Bitumengehalt [14]) der Anwesenheit von Diktyonema- und Graptolithenresten verdankt. Die Mächtigkeit des Schiefers ist sehr verschieden; während er in Baltischport etwa $4^{1}/_{2}$ Meter, in Koporje im Jamburgschen Kreise des Petersburger Gouvernements fast 6 Meter mächtig ist, keilt er bei Jamburg selbst aus. Da der Diktyonemaschiefer eine Tiefseebildung ist, scheint das Auskeilen der Schicht anzudeuten, dass das Meer an dieser Stelle flach war und es ist möglich, dass dieser Umstand mit der eingangs erwähnten Eruptionsbarre (S. 143) zusammenhängt. Das charakteristische Fossil, *Dictyonema flabelliforme* (Fig. 10), ist besonders schön bei Baltischport und Nömmewerk bei Palms zu finden. Als häufige Einschlüsse des Diktyonemaschiefers sind zu erwähnen Knollen von Markasit (Schwefelkies [15]) und morgensternartige Drusen von Dolomitpseudomorphosen [16]) nach Kalkspat [17]), letztere mehr im östlichen Estland. Mit dem Diktyonemaschiefer schliesst das Kambrium, das, wie wir sahen, ausschliesslich aus Tonen, Tonschiefern, Sanden und Sandsteinen besteht, während die nun folgende Silurperiode ausschliesslich Kalke entwickelte, die sich durch Auslaugungsprozesse stellenweise in Dolomite [18]) verwandelten; nur hin und wieder treten dünne Tonschichten zwischen den Kalken auf.



Fig. 10. *Dictyonema flabelliforme.* Das feine Netzwerk von trichterförmiger Gestalt ist mit einem Steinkerne angefüllt, der oberhalb eine Bruchfläche aufweist, sodass über dieser das Netzwerk der Rückseite des Trichters sichtbar ist.

14) Unter Bitumen versteht man in der Mineralogie verschiedene, durch Verwesung tierischer Stoffe entstandene, kohlenstoffreiche, meist dunkel gefärbte, brennbare und beim Brennen teer- od. asphaltartig riechende Stoffe.

15) Chemische Verbindung von 53 Gewichtsprozenten Schwefel mit 47 Gewichtsprozenten Eisen nach der Formel $Fe\ S_2$.

16) Vergl. S. 118.

17) Vergl. S. 118.

18) Vergl. S. 54 Fussnote 16.

Silurische Formation.

Unter-Silur.

B. 1. Glaukonitsand. 2. Glaukonitkalk.
3. Vaginatenkalk.

Glaukonitsand.

Der Glaukonitsand ist, wie der Diktyonemaschiefer von sehr wechselnder Mächtigkeit; im allgemeinen nimmt er nach Westen zu, keilt aber bei Narwa fast aus, da er dort nur eine Stärke von kaum 2 Zentimetern aufweist. Bei Baltischport erreicht er eine Mächtigkeit von etwa 4 Metern. Er besteht aus dicht gehäuften grünen Glaukonitkörnern mit sandigem oder tonigem Bindemittel und geht nach oben durch Abnahme des letzteren und Zunahme von Kalk in den Glaukonitkalk über. An Petrefakten finden sich nur wenige Formen von Brachiopoden, unter denen der *Obolus siluricus* (Fig. 11) die charakteristischste ist und am schönsten auf der Baltischportschen Halbinsel vorkommt. Ausserdem sind in Massen kleine Zähnchen, die sogenannten Konodonten, vorhanden, die man der Zunge *(radula)* von Schnecken zuschreibt.



Fig. 11. *Obolus siluricus,* Bauchklappe. a. v. vorn, b. v. der Seite (schematisch). Natürliche Grösse.

Glaukonitkalk.

Der Glaukonitkalk zieht sich in grosser Regelmässigkeit durch das ganze Gebiet. Seine durchschnittliche Stärke beträgt $2^3/_4$ bis 4 Meter, doch schwillt er am Wolchow zu einer Mächtigkeit von etwa 10 Metern an, was mit seiner unbestimmten Grenze nach dem Vaginatenkalke zusammenhängt. Die tieferen Schichten sind ganz erfüllt von Glaukonitkörnern; nach oben zu werden sie spärlicher, erreichen aber einen grösseren Durchmesser. Das charakteristischste Fossil dieser Schicht ist der Trilobit *Megalaspis planilimbata* (Fig. 12), der auch in den entsprechenden Schichten Schwedens vorkommt. Ausserdem finden sich noch andere Trilobiten, undeutliche Orthoceren und viele Arten der Brachiopodengattung *Orthis.* Gasteropoden giebt es in dieser Schicht nicht.



Fig. 12. *Megalaspis planilimbata.* Kleines Pygidium (Hinterleib) ohne Schale.

Vaginatenkalk.

Der Vaginatenkalk endlich lässt sich gleichfalls als konstante Schicht durch das ganze Gebiet verfolgen, ist aber von der vorhergehenden nicht immer scharf abgegrenzt. In Estland ist er durch das massenhafte Vorkommen von *Orthoceras commune* und *O. vaginatum* (Fig. 13) charakterisiert, welch letzterem er seinen Namen verdankt; im Osten treten die Orthoceren zu Gunsten der Trilobiten zurück. Seine untere Grenze ist von Reval an nach Westen durch Phosphoritknollen[19]) bezeichnet, die nach Osten hin durch kleine phosphorhaltige Toneisenlinsen ersetzt werden. Da diese Linsen auch am Grunde der nächst höheren Schicht, des Echinosphäritenkalkes, auftreten, sind sie für sich allein (ohne Versteinerungen) nicht zur Bestimmung des geologischen Horizontes zu gebrauchen. In Reval beträgt die Mächtigkeit des Vaginatenkalkes etwa 90 Zentimeter. Ausser den typischen Orthoceren beherbergt diese Schicht eine Reihe von Trilobiten, von denen wir *Amphion Fischeri* hervorheben, einige Gasteropoden, zu denen als bemerkenswertester *Raphistoma qual-*



Fig. 13. *Orthoceras vaginatum*, Bruchstück mit teilweise erhaltener Schale. Natürliche Grösse.

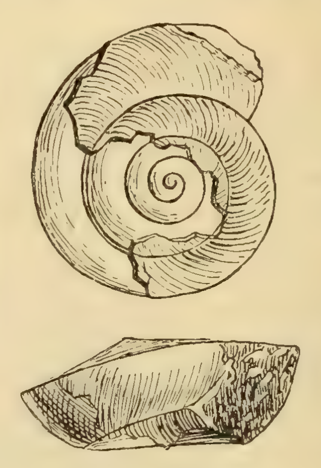


Fig. 14. *Raphistoma qualteriatum*, mit teilweise erhaltener Schale. Oben Aufsicht, unten S eitenansicht. Nat. Gr.

teriatum (Fig. 14) gehört, sowie einige Brachiopoden, wie namentlich *Pseudocrania antiquissima*, *Rhynchonella nucella* und *Orthisina concava*.

19) Das sind Knollen von phosphorsaurem Kalk.

C. 1. Echinosphäritenkalk. 2. Kuckerssche Schicht. 3. Itfersche Schicht.

Echinosphäritenkalk.

Der Echinosphäritenkalk bildet einen mächtigen, das ganze Gebiet durchziehenden Schichtenkomplex, der eine durchschnittliche Mächtigkeit von 8 bis 9 Metern aufweist und auf seiner ganzen Erstreckung die oberste Glintstufe bildet. Zu unterst, direkt auf dem Vaginatenkalk, liegt die obere Linsenschicht, die in Reval etwa einen Meter mächtig ist. Darauf folgen dolomitisch-tonige Schichten und endlich feste graue Kalke, die beim roten Leuchtturm und bei Marienburg in grossen Brüchen als Bausteine gewonnen werden. Der lithologische[20]) Charakter und die Fauna des Echinospäritenkalkes weisen sowohl in vertikaler als in horizontaler Verbreitung eine grosse Mannigfaltigkeit auf, so dass es sehr schwer ist, überall durchgehende Leitfossilien zu bezeichnen. Der charakteristische *Echinosphaerites aurantium* (Fig. 15), dem die Schicht den Namen verdankt, kommt eben nicht überall gleich häufig vor und namentlich selten in den tieferen Lagen; in Reval dagegen ist er in den oberen Schichten durch massenhaftes Auftreten bezeichnend. Als ganz allgemein verbreitete Formen, die aber doch nicht durch grosse Häufigkeit in die Augen fallen, könnten der *Orthoceras regulare*, der in der Wohnkammer drei tiefe Eindrücke hat, der Gasteropode *Pleurotomaria elliptica* und der Brachiopode *Leptaena imbrex* genannt werden. Die Fauna des Echinophäritenkalkes ist eine recht reiche und mannigfaltige; namentlich dürfte sie an Trilobiten die reichste aller unserer Schichten sein. Ebenso sind die übrigen Tierklassen, Cephalopoden, Brachiopoden, Gasteropoden, Lamellibranchiaten, Cystideen und andere reichlich vertreten.

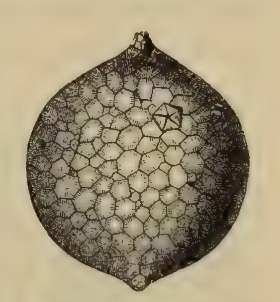


Fig. 15. *Echinosphaerites aurantium.*

Brandschiefer oder Kuckerssche Schicht.

Die Kuckerssche Schicht schliesst sich durch ihre Fauna eng an den Echinosphäritenkalk an; man könnte sie aber auch als echte *Chasmops*-Schicht bezeichnen, weil durch ihr ganzes Verbreitungsgebiet der *Chasmops Odini* (Fig. 16) typisch ist. Diese Schicht zeichnet sich durch Zwischenlagen von

20) Lithologie = Gesteinskunde.

bituminösen Mergeln oder Brandschiefer und durch massenhaftes Auftreten von meist gut erhaltenen Fossilien aus. Als eigentlicher brennbarer Schiefer tritt der Mergel nur im mittleren Teile der Verbreitung der ganzen Schicht auf, etwas nördlich von der baltischen Bahn auf der Strecke zwischen Jewe und Wesenberg; hier liegen die Hauptlokalitäten Kuckers, Kochtel, Sella bei Erras, Wannamois bei Talks, wo der eigentliche rote Brandschiefer etwa 30 Zentimeter mächtig wird. Weiter nach Westen und Osten kommen nur dünne Blättchen des brennbaren Schiefers, in den meist lockeren Mergelkalk eingefügt, vor. Der Brandschiefer enthält bei Kuckers 55% flüchtiger Bestandteile, die sich zur Herstellung von Brenn- und Schmierölen trefflich verwenden liessen; seine geringe Mächtigkeit aber hindert jede Ausnützung. In Kuckers selbst konnte das bei der Anlage eines tiefen Grabens gewonnene Material in der Brennerei verwertet werden.

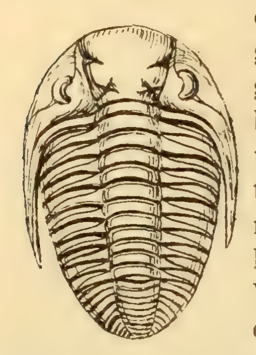


Fig. 16. *Chasmops Odini.* 3/4 der natürlichen Grösse.

Itfersche Schicht.

Die Itfersche Schicht endlich ist ein Zwischenglied zwischen dem Brandschiefer und der auf sie folgenden Jeweschen Schicht und ist nur im östlichen Estland zwischen Jewe und Wesenberg vertreten. Es ist eine reine Übergangsbildung, welche noch zahlreiche Brandschieferfossilien enthält, die auch zum Teil in die Jewesche Schicht übergehen. Ein dieser Schicht eigentümlicher Trilobit ist der *Chasmops Wrangeli* (Fig. 17), der in Itfer gefunden wird.

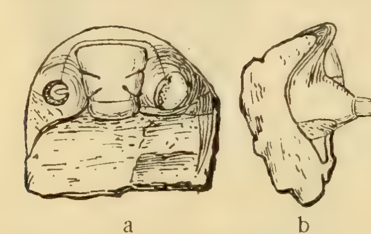


Fig. 17. *Chasmops Wrangeli*; Bruchstück des Kopfschildes. a Aufsicht, b Seitenansicht.

D. 1. Jewesche Schicht. 2. Kegelsche Schicht. 3. Wassalemsche Schicht.

Die Jewesche Schicht, im weiteren Sinne genommen, erstreckt sich in bedeutender Mächtigkeit als besonders wichtige Schichtenabteilung durch unser ganzes Gebiet. Sie zieht sich von Jewe an parallel der Nordküste Estlands bis zur Baltischportschen Halbinsel, um dann westlich von dieser bis zum Kap Spitham die Nordküste selbst zu bilden. Zwischen Narwa und

Jewe ist die Schicht nicht blosgelegt. In Estland lassen sich zwei, im Westen sogar drei Abteilungen unterscheiden: die eigentliche Jewesche Schicht, die Kegelsche Schicht und im Westen noch die Wassalemsche Schicht. Paläontologisch gut gekennzeichnet ist dieser ganze Schichtenkomplex — wenn wir eine schon gut bearbeitete Gruppe von Fossilien herausgreifen — durch die grosse Mannigfaltigkeit von *Chasmops*-Arten, die sonst nirgends in ähnlicher Anzahl vorkommen.

Eigentliche Jewesche Schicht.

Die eigentliche Jewesche Schicht verläuft von Jewe über Kuckers, Errides, Nömmis bei Kappel, Arknal, Kawast, Rasik, Moik bei Reval, Paesküll nach St. Matthias; weiter über die Wichterpalsche Küste nach Ristninna und Spitham, wo zahlreich ausgeworfene Petrefakten von den Dorfbewohnern den Reisenden angeboten werden. Gute Sammelstellen sind auch bei Nömmis, wo an der Bahn eine Entblössung vorhanden ist und bei St. Matthias, wo die Kirche auf einem niedrigen, sehr versteinerungsreichen Glint steht. Als charakteristisches Leitfossil dieser Schicht ist der *Bothriocidaris Pahleni* (Fig. 18) zu nennen; ausserdem kommen noch viele Trilobiten, Cephalopoden, zahlreiche Gasteropoden und Bivalven sowie Brachiopoden, Cystideen u. a. vor.

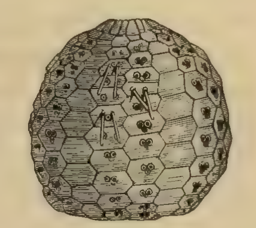


Fig. 18. *Bothriocidaris Pahleni.*

Kegelsche Schicht.

Die Kegelsche Schicht lässt sich zuerst östlich von Wesenberg bei Poll unterscheiden, wo sie am Grunde der Schlucht vorkommt, während auf der Höhe schon Wesenberger Gestein ansteht; weiter nördlich von Wesenberg, bei der Stadt selbst und bei Sommerhusen, dann weiter im Westen an der Bahn zwischen Kedder und Rasik, Penningby, Nappel, Jelgimeggi, Friedrichshof, Kegel, Habbinem und Kreuz; weiter westlich ist sie anstehend nicht bekannt, aber auf dem Meeresboden sicher vorhanden, da Geschiebe von ihr auf Dagö, Öland und in





Fig. 19. *Lichas deflexa,* oben Mittelschild des Kopfes, unten Pygidium (Schwanzschild). Nat. Gr.

Nord-Deutschland vorkommen. Das Gestein ist meist nicht reich an Petrefakten und — wie zu erwarten — sind diese nicht an allen Orten von denen der vorhergehenden Schicht verschieden. Im allgemeinen kann man aber sagen, dass während die eigentliche Jewesche Schicht noch denen des Brandschiefers ähnliche Fossilien aufweist, hier schon verschiedene Formen der Wesenberger Schicht sich finden. Ein bezeichnendes Fossil für die Kegelsche Schicht ist der Trilobit *Lichas deflexa* (Fig. 19).

Wassalemsche Schicht.

Im westlichen Estland lässt sich über der Kegelschen Schicht noch der sogen. Hemikosmitenkalk von Wassalem unterscheiden. Es ist ein reiner Enkrinitenkalk, der stellenweise fast ganz aus Kelchplatten und Stielgliedern von *Hemicosmites porosus* zusammen gesetzt ist. Ausser den Hemikosmiten kommen noch andere Krinoiden und viele Bryozoen, stellenweise auch Gasteropoden und Brachiopoden vor. Am weitesten nach Osten steht diese Schicht bei Sack und Uxnorm an, geht im Westen bis nach Padis und Paeküll und wird in zahlreichen Steinbrüchen zu Treppenstufen, Grabkreuzen und Bauornamenten gebrochen.

E. Wesenberger Schicht.

Wesenberger Schicht.

Die Wesenberger Schicht bildet einen ziemlich schmalen Streifen von geringer Mächtigkeit, der sich parallel der Jeweschen Schicht durch ganz Estland bis zur Westküste hinzieht. Das Gestein ist meist ein dichter gelblicher oder bläulicher Kalk (ähnlich dem Lithographen-Stein), der in einige Zoll dicke Platten bricht, unterbrochen von dünnen Mergellagern, aus welchen viele wohlerhaltene Petrefakten, meist kleine Sachen, auswittern. Die Schicht lässt sich verfolgen von Paggar an nach Westen über Püllsse am Isenhofschen Bach, Poll, Raggafer, Wesenberg, Körweküll bei Heinrichshof, Wait, Forby, Munnalas und Paeküll. An der Westküste kennen wir die Wesenberger Schicht nicht, ebenso wenig auf den Inseln; doch liegt durch die Verbreitung von Geschieben der Wesenberger Schicht auf Ösel und im Norden von Dagö die Wahrscheinlichkeit vor, dass die Kalkbänke, die im Nordwesten von Dagö auf den bekannten und gefürchteten Untiefen des Neckmannsgrundes (vergl. S. 76) bei Hohenholm anstehen, der Wesenberger Schicht angehören. Die Gesteine

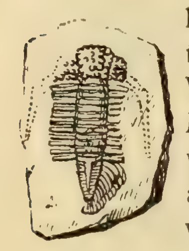


Fig. 20. *Encrinurus Seebachi.*

dieser Schicht sind im Westen von Cyklokriniten überfüllt, so dass man, zum Beispiel bei Munnalas, wohl von einem Cyklokrinitenkalk sprechen kann. Das bezeichnendste Fossil der Wesenberger Schicht ist der *Encrinurus Seebachi* (Fig. 20). Ausserdem kommen noch eine Reihe anderer Trilobiten, Cephalopoden, Gasteropoden, Bivalven und eine Menge von Brachiopoden und Bryozoen vor.

F. 1. Lyckholmer Schicht. 2. Borkholmer Schicht.

Lyckholmer Schicht.

Die Lyckholmer Schicht ist durch ihre Reichhaltigkeit und mannigfaltige Ausbildung eine der bevorzugtesten unserer Silurformation. Ihre östlichsten bekannten Punkte liegen am unteren Laufe des am Nordufer des Peipus mündenden Pungernschen Baches (*10* auf der oro-hydrogr. Karte des Atlasses) bei Tuddolin und Onorm. Weiter im Westen treffen wir die reichhaltigsten Steinbrüche und Entblössungen im Gebiete des Kundaschen Baches bei Ruil, Kullina, Forel und Kurküll, dann im Gebiete des oberen Walgejögi bei Saximois, Muddis, Lechts; am oberen Laufe des Jegelechtschen Baches bei Fegfeuer; am Brigittenschen Bache bei Neuenhof, Orrenhof und Pachel im Kirchspiele Kosch; am Kegelschen Bache bei Sallentack und Koil; im Gebiete des Wasalemschen Baches bei Kirna, Munnust und Oddalem, dann noch weiter im Westen bei Piersal und Tarwast; endlich an der Küste der Hapsalschen Bucht bei Neuenhof, Nyby, Sutlep und Lyckholm, dem am längsten bekannten und versteinerungsreichsten Fundorte der Schicht. Auf den Inseln haben wir die Schicht auf Worms bei Saxby und auf Dagö bei Palloküll, Kertel und Hohenholm. Die Lyckholmer Schicht scheint recht mächtig zu sein, wenigstens 15 Meter, und lässt sich oft in zwei Gesteinsarten neben einander beobachten: ein weisser, dichter, kieselreicher Kalk, ähnlich dem Wesenberger, mit wenig Korallen und ein grauer mergeliger Kalk, der stellenweise voller Korallen ist. Der erste scheint unten zu liegen und ist verhältnismässig ärmer an Petrefakten als der zweite, obgleich im allgemeinen die nämlichen Arten in beiden Schichten vorkommen. Die Lyckholmer Schicht dürfte, was Formenreichtum ihrer Ver-



Fig. 21. *Pseudolingula (Lingula) quadrata.* Natürliche Grösse.

steinerungen betrifft, alle übrigen Schichten unserer Silurformation übertreffen; namentlich sind Cephalopoden, Gasteropoden und Korallen in grosser Menge vorhanden, Trilobiten verhältnismässig wenig. Die echten Korallen beginnen in grösserer Menge aufzutreten, nachdem sie schon in der Kegelschen und Wesenberger Schicht den Anfang gemacht haben. Ein sehr bezeichnendes Leitfossil ist die *Pseudolingula (Lingula) quadrata* (Fig. 21).

Borkholmer Schicht.

In engerem Zusammenhange mit der Lyckholmer Schicht und paläontologisch wenig von ihr verschieden, zieht sich längs ihrer Südgrenze das oberste Glied unserer Untersilurformation, die Borkholmer Schicht hin. Die typische Lokalität ist Borkholm im Marienschen Kirchspiele Landwierlands, in dessen grossem Streinbruche am Quellgebiet des Walgejögi die Schicht in allen ihren Gliedern vortrefflich entwickelt ist. Sie ist hier nicht über 4 Meter mächtig. Zu oberst liegen feste, zum Teil dichte, zum Teil kristallinische weissgraue Kalke von splittrigem Bruch, mit zahlreichen Korallen und Brachiopoden; darunter kieselige oder mergelige etwas bituminöse, rötlichbraune Plattenkalke mit Mergellagern wechselnd. Dann kommen ziemlich lockere, grobkörnige, bisweilen dolomitische Kalke, die ganz von Bryozoen erfüllt sind, aber auch schöne Exemplare von Gasteropoden und Korallen enthalten. Zu unterst folgt eine Bank von Enkrinitenstielen und dann mergelige oder dolomitische Lager, die schon zur Lyckholmer Schicht gehören.

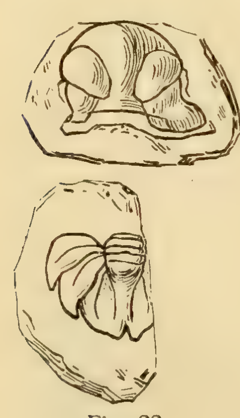


Fig. 22.
Lichas margaritifer.
Bruchstücke: oben vom Kopfschilde, unten vom Schwanzschilde (Pygidium). Natürl. Gr.

Der Borkholmer weisse Kalk und die darunter liegenden dunklen Schichten bilden ein sehr konstantes Niveau, das sich durch das ganze Gebiet verfolgen lässt, wenn auch das Gestein, wie an der Ostgrenze bei Ruil, Münkenhof und Pastfer durch Dolomitisierung[21]) etwas verändert ist. Westlich von Borkholm lässt sich die Schicht verfolgen über Nömküll, Kurro, Kerrafer, Kurrisal, Affel und Noistfer; dann bei Habbat, Herküll, Röa an der Raudjaschen Strasse und bei Haiba an der Pernauschen Strasse.

21) Übergang in Dolomit. vergl. S. 54, Fussnote 16.

Weiter westlich steht auf dem Festlande bei Nyby eine Korallen- und Enkrinitenbank an, die das Borkholmsche Gestein unverändert zeigt; sonst scheinen hier die Mergelkalke der Lyckholmer Schicht direkt von den obersilurischen Schichten bedeckt zu werden, ein Grund mehr, die Borkholmer Schicht der Lyckholmer unterzuordnen. Den westlichsten Punkt bildet die kleine Insel Wohhi an der Ostküste von Dagö, an deren Ostufer sich eine niedrige Felsentblössung, dem echten Borkholmer weissen Kalke angehörig, befindet. Die Schichten neigen sich hier nach Südwest und ihr Einfallen unter die zur Jördenschen Schicht gehörigen Küstengesteine Dagös ist deutlich zu sehen. Ein charakteristisches Leitfossil der Borkholmer Schicht ist der Trilobit *Lichas margaritifer* (Fig. 22).

Ober-Silur.

G. 1. Jördensche Schicht. 2. Borealisbank. 3. Raiküllsche Schicht.

Die unterste Abteilung unserer Obersilurformation besteht aus drei Gliedern, die eine ziemlich gleichmässige Verbreitung über das Land haben. Zu unterst über der Borkholmer und Lyckholmer Schicht liegen mergelige Plattenkalke, ziemlich reich an Petrefakten, die nach dem zuerst beobachteten Punkte Jörden den Namen erhielten. Darauf folgt die Borealisbank, die grösstenteils aus zusammengehäuften Schalen von *Pentamerus borealis* besteht; endlich die Raiküllsche Schicht, die oben meist zahlreich angehäufte Korallen enthält und unten aus petrefaktenarmen, oft dolomitischen Plattenkalken besteht. Die erste und dritte Abteilung sind in ihren Versteinerungen wenig verschieden, daher ist die Verbindung aller drei Glieder zu einer Gruppe angezeigt.

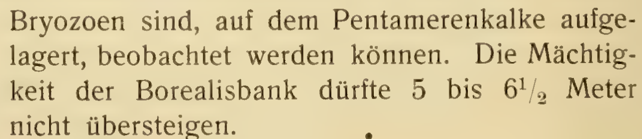
Jördensche Schicht.

Die Jördensche Schicht tritt am östlichsten bei Pastfer im St. Simonisschen Kirchspiele (G 2 unserer polit. Karte) auf, wo sie in undeutlicher Ausbildung auf Dolomiten der Borkholmer Schicht liegt; weiter treffen wir sie zwischen Ruil und Pantifer im Walde von Awakand, wo kleine Entblössungen dieser und der Borkholmer Schicht dicht bei einander liegen. Bei Pantifer wurde sie unter der Borealisbank erbohrt; ebenso findet sie sich in den Steinbrüchen von Kaarman unter dieser Schicht; weiter bei Pöddrang, Koik im Ampelschen Kirchspiele, Rawaküll, Kardina und St. Annen. Bei Jörden und Herküll kann man die

Aufeinanderfolge der drei Schichten: Borkholmer, Jördensche Schicht und Borealisbank beobachten. Weiter nach Westen tritt sie zu beiden Seiten der Pernauschen Strasse bei Poll, Russal und Limmat auf; weiterhin kennen wir sie auf dem Festlande nicht mehr. Im Südosten der Insel Dagö nimmt sie einen grossen Raum in der Umgebung von Pühalep und Grossenhof ein. Hierher gehört auch der bekannte Felsabsturz bei Kallaste (S. 8) und die flache Küste von Helterma bis Wachterpä am Fusse des Kallaste-Panks, an der die Platten der Jördenschen Schicht oft zu Tage gehen. Auf der Höhe von Kallaste und landeinwärts findet man zerstreute Pentameren, die hier nicht mehr eine zusammenhängende Bank bilden. Die Mächtigkeit der eigentlichen Jördenschen Schicht dürfte 6 bis 8 Meter betragen. Paläontologisch wird sie vorzüglich charakterisirt durch ihre Brachiopoden; die Trilobiten, die für die Etagen des Untersilurs so bezeichnend sind, gehen hier meist durch mehrere Stufen durch.

Borealis-Bank.

Die Borealisbank, der in Estland sogenannte „Muschelkalk“, nimmt einen sehr kenntlichen Horizont ein, der sich, im Simonisschen Kirchspiel Wierlands beginnend, bis nach Hapsal und weiter nach Dagö fortsetzt. Er bildet eine Zone, die sich von Osten nach Westen verschmälert; die äussersten Punkte im Osten sind Rachküll, Mohrenhof und Kerro. Die westlichsten Punkte auf dem Festlande sind die Station Risti auf dem Wege nach Hapsal, sowie Linden und der niedrige Felsabsturz Pullapä (S. 12), südwestlich von Hapsal. Pullapä ist zugleich der einzige Ort, an welchem die untersten Schichten der Plattenkalke der Raiküllschen Schicht, die hier voller kleiner Bryozoen sind, auf dem Pentamerenkalke aufgelagert, beobachtet werden können. Die Mächtigkeit der Borealisbank dürfte 5 bis $6^1/_2$ Meter nicht übersteigen.



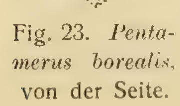


Fig. 23. *Pentamerus borealis*, von der Seite.

Raiküllsche Schicht.

Die Raiküllsche Schicht endlich lässt sich recht deutlich in zwei einander fast immer begleitenden Horizonten durch das ganze Gebiet verfolgen. Ihre östlichsten Punkte sind Laisholm in Livland, sowie Piep und Wredensitz (Sitz) im Marien-Magdalenenschen Kirchspiele Estlands. Sie erscheint ebenfalls auf der Karte

im Osten verbreitert und im Westen in einen schmalen Streifen zusammengezogen. Am besten bekannt ist die Schicht bei Raiküll, wo sie sowohl in mehreren Brüchen aufgeschlossen ist, als auch einen kleinen Felsabsturz im Walde bildet. Im Westen bilden die grossen Steinbrüche bei Linden unweit Hapsal ihren westlichsten Endpunkt auf dem Festlande. Zu ihr gehören auch die Brüche bei Waimel, Putkas und Kassar am Südufer der Insel Dagö.

Abgesehen von Korallen, die meist aus den allgemein verbreiteten obersilurischen Arten bestehen, ist die Raiküllsche Schicht an Versteinerungen verhältnismässig arm. Das charakteristische Leitfossil aller dieser drei Abteilungen ist der Brachiopode *Pentamerus borealis* (Fig. 23).

H. Estonus-Schicht.

Estonus-Schicht.

Der obere Pentamerenkalk mit *Pentamerus estonus* schliesst sich nahe an die vorstehende Schicht an, so dass er an manchen Orten schwer von ihr zu unterscheiden ist. Die Pentameren bilden in dieser Schicht keine zusammenhängende Bank, sondern sind unter anderen Petrefakten zerstreut und daher auch häufig vollständig erhalten. Die Schicht beginnt im Osten an der Pedja bei Talkhof in Livland (G 3 der polit. Karte); hier finden sich Korallenkalke, denen von Laisholm noch sehr ähnlich, nur durch das Auftreten von Pentameren, die dort fehlen, verschieden. Weiter im Westen geht diese Schicht über Oberpahlen, Pillistfer nach Fennern und Kerro. Sie reicht hier schon nach Estland hinein, da bis Serrefer südlich von Turgel *Pentamerus estonus* gefunden wurde. Weiter westlich finden wir die Schicht bei Raiküll (Nudi), Jerwakant und Walk im Kirchspiele Merjama (E 3 der polit. Karte)[22]), wo sie stellenweise auf grossen Flächen fast ganz entblösst ist. Noch westlicher haben wir den oberen Pentamerenkalk am Koschschen Bache und bei Schwengel unter Fickel; endlich in sehr reicher Ausbildung in der Strandwiek bei Kattentack, Keskfer und Ruhde, wo neben den

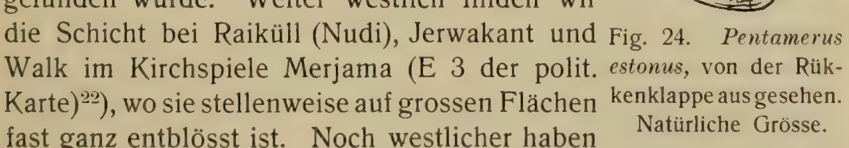


Fig. 24. *Pentamerus estonus,* von der Rükkenklappe aus gesehen. Natürliche Grösse.

22) Nicht zu verwechseln mit dem Städtchen Walk in Livland, G 4 der Karte.

Pentameren namentlich sehr schöne Korallen vorkommen. Das bezeichnendste Leitfossil der Estonusschicht ist der *Pentamerus estonus* (Fig. 24).

I. Untere Öselsche Schicht.

Untere Öselsche Schicht.

Die untere Öselsche Schicht ist vorzugsweise im südwestlichen Estland und an den steilen Nordküsten von Moon und Ösel entwickelt. Grösstenteils besteht sie aus Dolomiten und eingelagerten Mergeln; nur der westlichste Öselsche Pank auf der Halbinsel Taggamois besteht aus Kalkstein. Die Schicht beginnt im Osten an der Nawast und an der Pernau bei Fennern über den dortigen Pentamerenkalken mit Sandsteinen, die bei Torgel von grauen Mergeln gedeckt werden, wie sie ganz ähnlich auch bei Pörafer östlich von Fickel (E 3 d. Karte) vorkommen, mit dem Trilobiten *Encrinurus punctatus*. Weiter westlich sind es nur flach ausgebreitete Plattendolomite, die meist wenig erkennbare Petrefakten führen. Eine reiche Lokalität ist Kerkau, wo schöne Steinkerne vorkommen und St. Jakobi. Hier liegt an der Nordgrenze der Schicht ein versteinerungsleeres Mergellager am Bach bei Jeddefer, das etwa die Stelle des oben erwähnten Sandsteines einnimmt. Auf der Strecke von Kirrefer über Leal nach Werder tritt das Gestein oft zutage. Es ist oben ein kavernöser Dolomit, oft hart und kieselig, unten ebenmässige Platten, im Innern bläulich von feinverteiltem Eisenoxydul, nach aussen — infolge einer durch Luftzutritt bewirkten Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd — gelblich. Ganz unten stehen oft lockere dolomitische Mergel mit *Encrinurus punctatus* an. Im nördlichen Teile der Insel Moon haben wir drei aufeinanderfolgende Terrassen, in denen die eben beschriebenen Gesteine stufenweise auf einander folgen. Auf Ösel beginnt an der Nordküste, nördlich von Orrisaar am kleinen Sunde, eine niedrige Felsküste aus dolomitischen Gesteinen, die denen der Nordküste Moons entsprechen; am höchsten, nämlich 4 bis 5 Meter, erhebt sie sich kurz vor der Kirche St. Johannis, die selbst ganz niedrig gelegen ist. Nördlich von dieser ziehen sich am Meeresstrande auf mehrere Kilometer lockere Kalkmergel hin, die vortrefflich erhaltene Petre-





Fig. 25. *Proctus concinnus.* Oben Bruchstück d. Kopfschildes, unten Schwanzschild. Etwas vergrössert.

fakten führen. In diesen Mergeln haben wir eine ganze Fülle von Versteinerungen, die die Lokalität von St. Johannis zur typischsten dieser Schichtenzone machen. Das bezeichnendste Fossil der unteren Öselschen Schicht ist der Trilobit *Proctus concinnus* (Fig. 25).

K. Obere Öselsche Schicht.

Obere Öselsche Schicht.

Die obere Öselsche Schicht ist, wie es scheint, in zwei gleichzeitigen Fazies vertreten, von denen die eine, vielleicht jüngere, aus grauen Gesteinen gebildet wird und den Süden der Insel, sowie die Halbinsel Sworbe einnimmt, während die andere vorzugsweise aus gelblichen Gesteinen besteht und über den mittleren Teil, sowie den Westen verbreitet ist. Der interessanteste Punkt der südlichen Öselschen Zone ist der Ohesaarepank bei Jamma im südlichen Teile der Westküste von Sworbe, namentlich dadurch, dass seine Gesteine am besten den in Norddeutschland als Geschiebe weit verbreiteten Beyrichien- und Choneten-kalken [23]) entsprechen. Er zieht sich etwa einen halben Kilometer in einer Höhe von 3 Metern am Meeresstrande hin und besteht aus einem Wechsel von grauen kristallischen Kalken und Schiefertonen oder Mergeln. Die unteren Kalke haben eine sandige Beimischung und zeigen häufig Schuppen, Stacheln und andere Fischreste. Die nördliche gelbe Zone beginnt nördlich von Arensburg bei Ladjal, Uddafer, Randfer, Karmel und geht westlich über Padel und Kergel nach Kielkond und Lümmada. Sie besteht oben oft aus kristallinischen

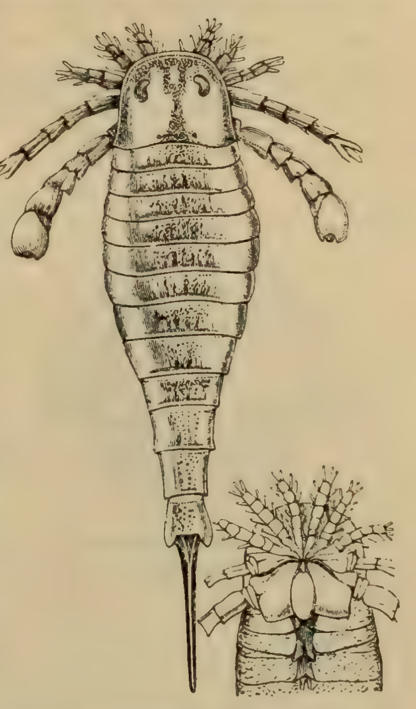


Fig. 26. *Eurypterus Fischeri* etwa $^1/_2$ der natürlichen Grösse.

---

23) Nach dem häufigen Vorkommen der Ostrakodengattung *Beyrichia* und der Brachiopodengattung *Chonetes*.

Kalken, unten meist aus petrefaktenleeren Plattendolomiten, die zuweilen zu mächtigen Bänken anschwellen, wie in den Steinbrüchen von Kuigopank, aus dem das Material zu dem Arensburger Schloss und zu sämtlichen öselschen Werstpfosten herstammt. Diese Plattendolomite erhalten in der Gegend von Kielkond und Rootsiküll eine besondere Bedeutung durch das häufige Vorkommen des *Eurypterus Fischeri* (Fig. 26) und der ganzen ihn begleitenden eigentümlichen Fauna, zu der auch die Knorpelfische *Thyestes verrucosus* (Fig. 27), *Tremataspis Schmidti* und *Tremataspis Mickwitzi* gehören.

Die beiden letztgenannten sind sehr selten, so dass sie kaum als Leitfossilien in Anspruch genommen werden können; dagegen ist der *Thyestes verrucosus* schon häufiger und verdient neben dem in grossen Mengen vorkommenden *Eurypterus Fischeri* und der *Leperditia grandis* (Fig. 28), die besonders schön bei Lümmada vorkommt, als charakteristisches Leitfossil der oberen Öselschen Schicht angeführt zu werden.

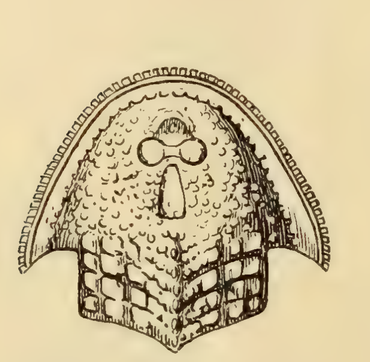


Fig. 27. *Thyestes verrucosus.* Kopfschild.



Fig. 28. *Leperditia grandis.* Aufsicht und Seitenansicht.

Die silurisch-devonische Grenze.

Silurisch-devonische Grenze.

Die Feststellung der Grenze zwischen der silurischen und devonischen Formation macht bei uns, im Gegensatz zu anderen Orten, keine Schwierigkeiten, da die letztere vollkommen getrennt in übergreifender Lagerung über der Silurformation liegt. Eine direkte Verbindung der obersten silurischen mit den untersten

devonischen Schichten ist nirgends vorhanden. Im Osten liegen die Devonschichten auf den tiefsten Gliedern unserer Formation, auf den Orthoceren- oder Echinosphäritenkalken; je weiter nach Westen aber, desto höheren Schichten sind sie aufgelagert. Die westlichste Auflagerung ist bei Torgel, wo devonische mergelige Sandsteine mit den gewöhnlichen devonischen Fischresten auf silurischen Mergeln der unteren Öselschen Schicht auflagern. Die nächst östlichere Auflagerung findet sich an der oberen Narowa bei Omut; hier liegen devonische petrefaktenleere Mergel auf silurischen Schichten der Wesenberger Zone. An der Luga oberhalb Jamburg rücken die Devonschichten so weit nach Norden, dass sie direkt den Orthocerenkalk überdecken. Ähnliche Auflagerungsverhältnisse finden sich durch das ganze Gebiet des St. Petersburger Gouvernements bis an den Ljassfluss.

Literatur.

1830. Ch. Pander „Beiträge zur Geologie Russlands."

1845. Die betreffenden Abschnitte der „Geologie Russlands" von Murchison, de Verneuil und Graf Keyserling.

1858. F. Schmidt „Untersuchungen über die silurische Formation von Estland, Nord-Livland und Ösel. Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, Ser. I, Bd. II.

1857. J. Nieszkowski „Versuch einer Monographie der in den silurischen Schichten der Ostseeprovinzen vorkommenden Trilobiten." Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, Ser. I, Bd. I, mit Zusätzen in Bd. II.

1870. A. Kupffer „Über die chemische Constitution der baltisch-silurischen Schichten." Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, Ser. I, Bd. V.

1873. W. Dybowski „Monographie der Zoantharia sclerodermata rugosa aus der Silurformation Estlands, Nord-Livlands und der Insel Gotland." Arch. f. Naturk. Liv-, Est- und Kurlands, Ser. I, Bd. V.

1878. A. v. d. Pahlen „Die Gattung *Orthisina.*" Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg.

1881—1907. F. Schmidt „Revision der ostbaltischen Trilobiten." Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg.

1888. F. Schmidt „Ueber eine neuentdeckte untercambrische Fauna in Estland." Mém. de l'Acad. Impér. des sciences de St. Petersbourg.

1872 u. 1882 F. Schmidt „Miscellanea silurica" I und II Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St. Petersbourg.

1882. F. Schmidt „On the Silurian (and Cambrian) strata of the Baltic provinces of Russia." Quarterly Journal.

1885. Dr. Gerhard Holm „Bericht über geologische Reisen in Estland, Nord-Livland und im St. Petersburger Gouvernement in den Jahren 1883 und 1884." Verhandl. d. Kaiserl. Mineralog. Gesellschaft.

1895. A. Mickwitz „Ueber die Gattung *Obolus* Eichwald." Mémoires de l'Académie Imper. des sciences de St. Pétersbourg. Ser. VIII.

1909. A. Mickwitz „Vorläufige Mitteilung über das Genus *Pseudolingula* Mickwitz." Bulletin de l'Acad. des sciences St. Pétersb. 1909.

Ausserdem verschiedene Schriften von Eichwald, Kutorga, G. v. Helmersen, Volborth, Grewingk in den Schriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, der Société des naturalistes de Moscou, den Verhandlungen der Kaiserl. Mineralogischen Gesellschaft und dem Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands.

Geologische Karten des Gebietes sind von F. Schmidt und Prof. Grewingk geliefert worden. Auf ihnen und vorstehenden Arbeiten beruht auch die Darstellung unseres kambro-silurischen Gebietes in der „Geologischen Karte des Europäischen Russlands" (siehe die Literaturübersicht am Schlusse der folgenden Abschnitte).

Abschnitt 8.

Vom Devon bis zum Tertiär.

Von

A. und **E. v. Wahl**[1]).

1. Die devonische Formation.

Einleitung.

Das Devon Englands.

Die geologische Benennung „Devon" ist in England nach der Landschaft „Devonshire" geprägt worden. Da die dortigen Verhältnisse für das Devon im allgemeinen von Interesse sind, gehen wir einleitend kurz darauf ein. In England finden wir zwischen Silur- und Kohleformation zwei ganz verschiedene und scharf getrennte Fazies: erstens eine zweifellos marine, schieferig-sandig-kalkige, die spärliche Versteinerungen aus der Devon-See führt, und zweitens, im Norden von England, eine bis 3000 m mächtige Fazies von Sandsteinen, den „alten roten Sandstein" *(old red sandstone)*, wie man ihn in England im Gegensatz zu jüngeren Sandsteinen nennt. Hier fehlen die zweifellos marinen Petrefakte, finden sich dagegen Reste von Landpflanzen, grossen Krustentieren und Fischen, besonders Panzerfischen. Viele Gelehrte sprechen sich mit grosser Entschiedenheit für die nicht marine Natur des alten roten Sandsteins von England aus und halten ihn für eine Uferbildung.

Entstehung unseres Devons.

Wenn wir uns einer im sechsten Abschnitte gebrauchten bildlichen Darstellung erinnern, in der wir die verschiedenen geologischen Schichten, welche die Russische Tiefebene bilden,

1) Mit einigen Zusätzen von K. R. Kupffer.

mit einer Anzahl ineinander liegender Schüsseln verglichen, so ist hier nachzutragen, dass der nordwestliche und nördliche Rand der devonischen Schüssel durch Kurland, Livland und die Gouvernements Pleskau, Nowgorod, bis Archangelsk verläuft. Der Flächeninhalt dieser Schüssel umfasst viele Tausende von Quadratmeilen; bis auf ihre östlichen Grenzen am Ural liegt sie fast horizontal. Wie sollen wir uns die Entstehung dieser Schüssel denken?

Während sich die jüngste unserer Silurschichten ablagerte, deren Sedimente wir auf der Insel Ösel finden, lagen Estland und ein Teil Nordlivlands bereits trocken da. Das Meer hatte sich zurückgezogen, und zog sich nach Ablauf der Silurzeit noch weiter zurück, so dass unser Land schon trocken lag, während an anderen Orten der Erde die unterdevonischen Schichten abgelagert wurden. In der mitteldevonischen Periode überschwemmte die See, von Ost und Nordost her vordringend, von neuem unser Gebiet und bildete hier eine Bucht, in der sich zunächst die Sedimente der mitteldevonischen, späterhin auch die der oberdevonischen Stufe ablagern konnten. Der alte Granitkontinent, der in Finnland und Skandinavien vorgelagert war, ergab — so müssen wir annehmen — durch Verwitterung, eine Sandquelle von kolossaler Ausdehnung (vergl. S. 100). Aus diesem unversieglichen Reservoir wanderten die Quarzsande mit Hülfe von Wind und Wasser in ungeheuren Mengen, bis sie die Flachsee unseres Gebietes erreichten und litorale [2]) Bildungen schufen. Die durch die devonischen Flüsse dem Meere zugeführten Sande lagerten sich in den küstennahen Gebieten ab. Sie wurden von der Brandung, den Gezeiten und Stürmen gesiebt und geschichtet. Diese Schichtung sehen wir in Form von Bänderung und Diagonal- oder Schrägstreifung vielfach in unseren unterdevonischen Sandsteinen (vergleiche Seite 129—130, siehe auch Abb. 11—13, namentlich aber 14 auf Tafel IX u. X).

In späteren Zeitabschnitten der devonischen Periode haben die Verhältnisse sich wieder geändert: statt der Sandsteine wurden hier feinkörnige Dolomite und „fette" Tone abgelagert. Möglicherweise deshalb, weil das hiesige Meeresbecken so tief geworden, beziehungsweise seine Ufer so weit entrückt worden waren, dass nur die feinsten Schlämmprodukte, die ihm zugeführt wurden, bis hierher gelangen konnten.

---

2) d. h. am Ufer gelegen, fürs Ufer charakteristisch.

Lagerung und Faltungen.

Im allgemeinen liegen alle unsere devonischen Schichten ungestört in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage da. Zwar fehlt es ihnen nicht ganz an Faltungen, diese sind aber so unbedeutend, dass es sorgfältiger Untersuchungen bedarf, um sie überhaupt festzustellen. Sie sind deshalb bis jetzt wenig erforscht. Als Beispiele können drei parallele sehr sanfte Falten dienen, deren Sattelaxen (d. h. Kammlinien) ungefähr bei Thomsdorf, Borkowitz und Dünhof in südost-nordwestlicher Richtung das Tal der Düna schräg überqueren. Sie kommen auch im zickzackförmigen Laufe des genannten Stromes selbst zum Ausdruck, indem dieser durch sie gezwungen wird, abwechselnd eine Strecke weit einer Talmulde zu folgen und dann — rechtwinklig umbiegend — einen Faltensattel zu durchschneiden.

Lebensbedingungen.

Ähnlich wie in England, findet sich auch bei uns zu Lande in den mitteldevonischen Ablagerungen eine seltsame Fischfauna, die für die Entwicklungsgeschichte der Lebewelt von hohem Interesse ist.

Wie wir im vorigen Abschnitte gesehen haben, treten in den oberen Öselschen Schichten des Silurs die ersten Fische auf, es sind Haiartige, Schmelzschupper und Panzerfische (vergl. S. 144 u. 172). Mit den abziehenden Gewässern der silurischen Meere verliessen die Vertreter der silurischen Fischwelt unser Terrain. Als im Mitteldevon das Meer wiederum transgredierte, traten hier auch die Fische abermals auf. Verhältnisse, die ihnen besonders zusagten, fanden nun nicht so sehr die Haiartigen (*Selachii*), die ja mehr auf Tiefseen angewiesen sind, als vielmehr die Schmelzschupper (*Ganoidei*), die — wie auch ihre derzeitigen Vertreter, die Störartigen — flache Meere bevorzugt haben dürften und sich daher während dieser Periode in unserem Gebiete mächtig entwickelten. Die Benennung dieser Gruppe von Fischen stammt daher, dass ihre Haut mehr oder weniger dicht mit Schuppen bedeckt ist, die einen knöchernen Kern und eine, dem Zahnschmelz ähnliche, ausserordentlich widerstandsfähige Umhüllung besitzt. Sehr interessant ist die nahe Verwandschaft einiger devonischen Schmelzschupper mit den Doppelatmern oder Lurchfischen (*Dipnoi*), die sowohl Lungen als auch Kiemen haben. Ein neuzeitlicher Vertreter dieser sehr seltenen Arten ist der Schuppenmolch, *Ceratodus Forsteri*, welcher in den Flüssen Australiens lebt und bis 1,8 m. lang wird. Seine Lebensweise und die Umgebung, der er angepasst ist, lassen auf

die Verhältnisse schliessen, die in unserem Gebiete zur Zeit der Ablagerung des mitteldevonischen Sandsteins geherrscht haben mögen. Die Kombination von Lungen und Kiemen befähigt diese Fische zu Zeiten, wo ihr eigentliches Element, das Wasser, versiegt, ihr Leben durch Lungenatmung im Trocknen zu fristen. Es liegt daher nahe anzunehmen, dass unser Gebiet zu jener Zeit des geologischen Altertums auch bald überflutet wurde, bald trocken lag.

Einteilung.

Wie aus unserer Tabelle der geologischen Formationen (S. 136, 137) erinnerlich, wird das Devon bei uns zu Lande, wo seine unterste Stufe fehlt, in der Reihenfolge von unten nach oben, durch folgende Ablagerungen vertreten:

A. Das Mitteldevon, und zwar
   a) die Sandsteinabteilung
   b) die Dolomitabteilung.

B. Das Oberdevon.

Wir wenden uns nun einer genaueren Betrachtung dieser einzelnen Stufen zu.

A. Unser Mitteldevon.

a. Die Sandsteinabteilung.

Verbreitung.

Zum Schlusse des Abschnittes 7 über das Silur haben wir uns über die Auflagerungsvorkommnisse von Devon auf Silur an ihrer Grenzlinie im Norden Livlands orientiert. Eine direkte Auflagerung devonischer Sandsteine auf der oberen Öselschen Schicht kennen wir zur Zeit überhaupt nicht, eine solche auf der unteren Öselschen Schicht nur bei Torgel an der Pernau (E 3 der polit. Karte). Da die übrige mutmassliche Grenze von mächtigen quartären Ablagerungen überdeckt ist, haben wir wenig Aussicht, weitere direkte Auflagerungen bei uns zu finden. Wenn wir unsere bekannten, am weitesten nach Norden vorgeschobenen Posten des Vorkommens von mitteldevonischem Sandsteine verbinden, so erhalten wir eine geschwungene Grenzlinie, die von Omut an der Narowa über Torma, Talkhof, Klein- St. Johannis, Torgel und Waldhof bei Pernau von Nordost nach Südwest streicht (vergl. die geologische Übersichtskarte und die polit. Karte des Atlasses). Es ist fraglos, dass sehr beträchtliche Mengen

der weichen Sandsteine während der Quartärperiode durch die nord-südliche Fortbewegung gewaltiger Inlandeismassen über unser Gebiet hinweg abgetragen worden sind, so dass wir ihre ursprüngliche Grenze nach Norden nicht kennen.

Nach Süden wird das Gebiet, wo unser „alter roter Sandstein“ unmittelbar unter den quartären Ablagerungen ansteht, von einer Linie begrenzt, welche, am Südende des Peipus-Sees beginnend, über Neuhausen und Segewold ziemlich gerade zur Mündung der Düna und von hier, in einem nordwärts leicht geschwungenen Bogen durch die ganze Basis der kurischen Halbinsel zur Küste von Saraiken nördlich von Libau verläuft. Südlich von dieser Grenzlinie ist der Sandstein noch an manchen Orten in den tieferen Lagen der Erosionstäler aufgeschlossen, wo er entweder von den untersten Schichten der nächsten Etage überlagert, oder auch — wohl nachträglich — von diesen entblösst ist. So zum Beispiel bei Jurenski und Neu-Annenhof an der Peddetz, zwischen Neu-Laitzen und Hoppenhof an der Waidau, nahe bei Vaucluse und Lysohn am Oberlaufe der Livländischen Aa, bei Tirsen am gleichnamigen Flüsschen, am Raune-Bache und bei Kastran an der Kleinen Jägel. Am Boden des Rigaschen Meerbusens, der oberflächlich überall von jüngeren Sedimenten und Geschieben bedeckt ist, findet sich unmittelbar unter diesen jedenfalls auch unser alter roter Sandstein (vergl. die Profiltafel XXVIII im Atlasse), den wir an der Nordküste der Insel Runö wieder anstehend treffen.

Da unsere mitteldevonischen Sandsteinschichten — wie schon erwähnt — gewöhnlich von beträchtlichen quartären Ablagerungen überdeckt sind, treten sie nur an Erosionstälern und an einigen wenigen Punkten des Meeresufers unmittelbar zu Tage (Abb. 11—14 auf Taf. IX u. X). Besonders bekannt sind die schon bei Besprechung der Flüsse erwähnten Sandsteinprofile am Woo (Abb. 13), an der Salis und an der Livländischen Aa (Abb. 12 u. 14) samt den Nebenflüssen ihres Mittellaufes.

Mächtigkeit.

Die Sandsteine sind bisher noch nirgends in ihrer Gesamtmächtigkeit aufgeschlossen worden. In einem Dorpater Bohrloche sind 75 m, in demjenigen von Rypeiki bei Birsen in Litauen (E 5 der polit. Karte unseres Atlasses) 84 m, in einem Rigaer 143 m der mitteldevonischen Sandsteinetage durchsunken worden, ohne dass das Silur erreicht worden wäre. Die Mächtigkeit dieser Etage ist demnach grösser als 143 m.

Zusammensetzung.

Sehr eingehend ist der mitteldevonische Sandstein von Professor Grewingk in der Umgebung Dorpats, speziell im Embachtale, studiert worden.

Diese Ablagerungen können als typisch für unsere sämtlichen unteren Sandsteine gelten. Die Hauptmasse unseres mitteldevonischen Sandsteins besteht aus kleinen Körnchen von Quarz, denen sehr geringfügige Mengen von weissem Kaliglimmer, dunkel gefärbtem Magnesiaglimmer, Hornblende und anderen Mineralien beigemengt sind. Diese Bestandteile liegen entweder lose nebeneinander oder sind durch eisenhaltigen Ton verbunden. Solche Sandsteine sind sowohl gegen mechanische, wie auch gegen chemische Einwirkungen wenig widerstandsfähig, werden daher leicht erodiert und zerfallen an der Luft zu feinem, lockerem Sande. Dadurch erklären sich die sanften, rundlichen Formen blosgelegter Sandsteinprofile, die somit von den meist scharfkantigen Kalksteinprofilen der silurischen Formation ebenso auffallend abweichen, wie von denen der höher liegenden Dolomitetage des Mitteldevons. (Vergl. z. B. die Abbildungen 11, 13 u. 14 unseres Atlasses mit 7, 8 und 18).

Durch kohlensauren Kalk und Magnesia fest zusammengekitteten, bedeutend dauerhafteren Sandstein (Dolomitsand oder Sanddolomit) findet man an den Grenzen des alten roten Sandsteins und des ihn überlagernden Dolomits. Brüchige, härtere Lagen von kalkhaltigen Sandsteinen, sowie kalkhaltige Glimmersandsteine kommen ausnahmsweise und in sehr geringer Mächtigkeit vor. Ton und Mergellager mit Faltenerscheinungen wechseln oft mit den Sandsteinen ab.

Die Färbung des Sandsteins ist meist rötlich, seltener gelblich oder fast weiss, so zum Beispiel an dem auf Seite 52 erwähnten Profil bei Seetin an der Livländischen Aa. Die Farbe der Tone und Mergel wechselt zwischen weiss, gelb, braun, rot, hellblau, blaugrün, grünlich-grau und grau.

Höhlen.

Eine häufige Erscheinung in den devonischen Sandsteinen Livlands sind Höhlen, welche durch die wechselnde Zusammensetzung der Sandsteine entstanden sind (vergl. z. B. Abb. 11 u. 12 auf Taf. IX). Wo Flüsse, Quellen und Tagewässer Tonnester oder losen Sand in festen Sandsteinen vorfinden, waschen sie Hohlräume aus, die sich durch Nachstürzen so lange vergrössern, bis sie eine härtere Schicht erreichen, oder der Einwirkung des Wassers entzogen werden. Besonders bekannt sind

unter anderen folgende, mit Eigennamen oft abergläubischen Ursprungs belegte Höhlen und Grotten: Die „Himmelshäuser" (estnisch taewakoda) bei Kidijärw und am Aiabache, das „Labyrinth" bei Dorpat, die „Pforten der Hölle" am Pernauflusse bei Torgel, die „Teufelshöhle" an der Salis bei Salisburg, der „Teufelsofen" bei Lindenhof zwischen Wolmar und Wenden, die „Gutmannshöhle" und die „Teufelsgrotte" am rechten Ufer der Livländischen Aa bei Kremon, die „Marienkammer" an der Abau bei Rönnen, die „Davidsgrotte" am Abhang der Blauen Berge bei Dondangen und viele andere. Manche von diesen Höhlen sind in heidnischer Zeit als Opferstätten benutzt worden, andere mögen gelegentlich als Verstecke gedient haben. Einige sind sicherlich durch Menschenarbeit vergrössert worden.

Kugelsandstein.

Eigentümlich sind die Kugelsandsteine; sie bilden sich an den Grenzen der Sandstein- und Dolomithorizonte. Im Übergangsgebiete dieser beiden Formationsstufen gewahrt man oft einen Sandstein, dessen kalkiges Bindemittel konkretionsförmig verteilt ist; das heisst derart, dass kugelige Partien des Gesteins kalkreicher sind als ihre Nachbarschaft. Dieses tritt deutlich erst bei Verwitterung hervor, weil dann die kalkreichen Partien länger erhalten bleiben und allerlei bizarre, aus nuss- bis apfelgrossen rundlichen Knollen zusammengesetzte Formen annehmen. Besonders schön ausgebildete Kugelsandsteine findet man im Ammattal. Auch aus den artesischen Bohrlöchern Rigas sind sie zu Tage gefördert worden.

Fossile Pflanzen.

An anderen Orten, so zum Beispiel in Schottland, hat man im *„old red sandstone"* eine Anzahl grösserer Pflanzen nachgewiesen, darunter namentlich die ersten Kalamiten *(Calamites)* und Siegelbäume *(Sigillaria)*. Die ersten gehören zur Klasse der schachtelhalmartigen, die zweiten zu jener der bärlappartigen blütenlosen Gefässpflanzen. Bei Torgel am Pernauflusse findet sich oberhalb des Silurs, im mitteldevonischen Mergelsandstein ein *Aulacophycus sulcatus* genanntes Pflanzenfossil, wahrscheinlich Wurzelstöcke einer nicht näher bekannten Landpflanze.

Fossile Tiere.

Auch an Tierresten sind unsere alten roten Sandsteinablagerungen ausserordentlich arm, namentlich wenn man sie mit dem erstaunlichen Formenreichtum der vorhergegangenen geologischen Perioden vergleicht. Nur Reste der schon früher er-

wähnten eigentümlichen Fische findet man ziemlich häufig. Schmelzschuppen, Kauplatten und Knorpelscheiben verschiedener

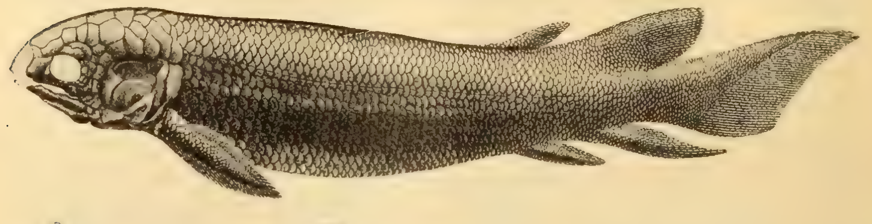




Fig. 29.

Oben: *Dipterus Valenciennesii*, etwas verkleinert. Unten: Unterkiefer mit Kauplatten von *Dipterus platycephalus*, natürliche Grösse. Beides nach Pander.

Der Körperbau, namentlich auch der Unterkiefer, ist dem des australischen Lurchfisches *Ceratodus Forsteri* sehr ähnlich, vergl. S. 177.

Ganoiden, zum Beispiel *Dipterus* (Fig. 29), *Holoptychius*, *Osteolepis*, namentlich aber die meist dunkelbraun gefärbten, man-

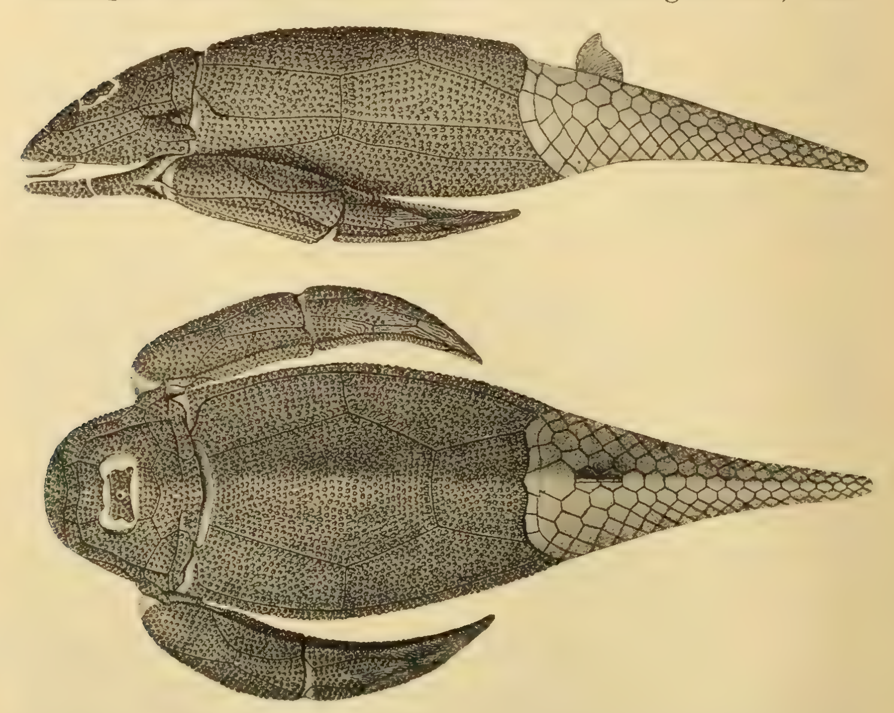


Fig. 30. *Asterolepis (Pterichthys)*, ein Panzerfisch, von der Seite und vom Rücken aus gesehen, etwa $^1/_2$ der natürlichen Grösse. Nach Pander.

nigfach gekörnelten und genarbten Knochenplatten von Panzerfischen, unter denen bei uns die Gattungen *Asterolepis* oder *Pterichthys* (Fig. 30), *Coccosteus*, *Homostius*, *Heterostius* und andere vertreten sind. Die hintere Körperhälfte dieser Tiere trug keine besondere Wehr, sie war nackt oder beschuppt, die vordere hingegen, namentlich der Schädel, trugen jene mächtigen Knochenpanzer. Bei einigen von ihnen waren sogar die Ruderorgane der vorderen Körperhälfte rundum gepanzert (Fig. 30). Die Stärke der Panzerplatten bei verhältnismässig geringer Grösse machen es wahrscheinlich, dass diese schwerfälligen Tiere mehr auf Kriechen am Boden und an den Ufern des Meeres angewiesen waren, als auf eine freischwimmende Lebensweise. Man kann vielleicht annehmen, dass sie — mit dem Hinterleibe im Schlamme des Meeresgrundes verborgen — auf zufällig vorüberschwimmende Beute zu lauern pflegten.

b. Die Dolomitabteilung.

Verbreitung.

Aus unserer geologischen Übersichtskarte erkennen wir, dass die Dolomitabteilung des Mitteldevons, an der von Pleskau über Riga nach Libau verlaufenden Südgrenze der Sandsteinabteilung beginnend, auf dem grössten Teil der Südhälfte unseres Gebietes ansteht. Nur an einzelnen getrennten Bezirken Polnisch-Livlands, des Düna-Unterlaufes und Südwest-Kurlands finden sich über der mitteldevonischen Dolomitabteilung noch andere vorquartäre Bildungen.

Da — wie aus der Profiltafel (XXVIII) ersichtlich ist — alle unsere älteren Sedimentgesteine mit einer, nach Süden hin an Mächtigkeit zunehmenden, stellenweise weit über 100 Meter dicken Schicht quartärer Ablagerungen überdeckt sind, treten sie — namentlich im südlichen Teile unseres Gebietes — von Natur bloss in den Erosionstälern der Flüsse zutage (vergl. die Einschnitte der Abau, Sange und Windau im vorderen Profil der Tafel XXVIII, sowie die Abb. 15 u. 16 auf Taf. XI). Wo die Quartärdecke dünn ist, bieten Steinbrüche künstliche Aufschlüsse, im übrigen sind wir beim Studium der Lagerungsverhältnisse auf Bohrlöcher angewiesen.

Die schönsten natürlichen Aufschlüsse der mitteldevonischen Dolomitabteilung finden wir am Mittellaufe der Düna zwischen den Mündungen der Ewst und Oger nebst den Unterläufen der genannten Nebenflüsse, sowie der Perse. Hier gibt es stellen-

weise wohl über 20 Meter hohe, senkrechte Felsprofile (vergl. Abb. 15 auf Taf. XI). Weniger mächtige Aufschlüsse befinden sich zum Beispiel in Livland bei Rauge und Kosse an der Westabdachung der ostlivländischen Höhen, an der Waidau, am Oberlaufe der Livländischen Aa, an der Raune bei Ronneburg, bei Wenden, an der Ammat, Grossen und Kleinen Jägel. Auch an der Welikaja bei Pleskau gibt es mächtige Profile dieser Stufe, die hier von oberdevonischen Bildungen überdeckt sind. Dasselbe ist am mittleren Laufe der Oger und an einigen Punkten des Dünatales der Fall. In Kurland finden wir die ausgedehntesten Aufschlüsse der mitteldevonischen Dolomitabteilung bei Bauske am Vereinigungspunkt der Memel, Muhs und Kurischen Aa, sowie je eine Strecke weit auf- und abwärts längs diesen Flüssen; ferner an einigen Punkten des Mittellaufes der Windau, wie zum Beispiel an der „Rummel" bei Goldingen, deren Überfallkante aus eben diesem Gesteine besteht (vergl. Abb. 19 auf Taf. XIII). Auch an diesen Stellen sind oberhalb der mitteldevonischen Dolomitetage noch oberdevonische Ablagerungen vorhanden. Kleinere Aufschlüsse begegnen uns in Kurland bei Garssen und Oknist am Oberlaufe, sowie bei Herbergen am Unterlaufe der Sussei (F 5 der polit. Karte), bei Hofzumberge (D 5), am Mittellaufe der Abau, namentlich an ihren Nebenbächen Immul und Ammul. Ganz dicht unter der Erdoberfläche liegt der Dolomit nordöstlich von Libau. Bekannte Vorvorkommnisse desselben Gesteins in Litauen befinden sich zum Beispiel bei Birsen, Poswol (E 5), Pompjany (E 6), Pokroi (D 6) und Shagarren (D 5).

Mächtigkeit.

Die Dolomitetage ist bei Neuhausen in Ostlivland etwa 4,5 m mächtig. Die Mächtigkeit der Schichten nimmt bis zum Ilmen-See über Pleskau nach Staraja Russa bedeutend zu. In Rigaer Bohrlöchern sind Dolomitschichten bis zu 43 m Mächtigkeit nachgewiesen worden, im Mitauer Bohrloch 42 m und in einem Bohrloche bei Rypeiki in Litauen 53 m. Sie nehmen nach Norden und Osten bis zum vollständigen Aufhören ab.

Zusammensetzung.

Wie ihr Name besagt, besteht die Hauptmasse der mitteldevonischen Dolomitabteilung aus D o l o m i t, einem Mineral von feinkörnigem, seltener fein kristallinischem Gefüge, das aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia zusammengesetzt ist. Der sogenannte „Normaldolomit" enthält etwa 54,35 % vom

ersten und 45,65 % von der zweiten, es kommen aber auch allerhand andere Mischungsverhältnisse vor. Unser Dolomit ist hellgrau, hellgelblich oder fast weiss gefärbt. Ausserdem kommen oft Zwischenschichten von Mergel, blauem, rotbraunem oder violetbraunem Ton vor. In den Übergangsgebieten zwischen dieser und der vorhergehenden Abteilung gibt es mehr oder weniger sandhaltige Dolomite oder dolomithaltige Sandsteine (vergl. S. 180). Auch kommen Übergangsgebilde zwischen Dolomit und Mergel vor. In Spalten und Höhlungen des Dolomits bilden sich oft schöne glasklare Kristalle desselben Minerals, das in dieser kristallinischen Form Dolomitspat genannt wird; nicht selten begegnet man auch Pseudomorphosen nach Kochsalz (vergl. S. 118).

Versteinerungen.

Unter den Versteinerungen haben wir die Brachiopoden (Armfüsser)[3] *Spirifer Anossofi Vern.* (Fig. 31), ein wichtiges Leitfossil des Mitteldevons, *Spirifer tenticulum Vern.*, *Spirifer muralis Vern.*, *Rhynchonella livonica Buch* (Fig. 32), *Rhynchonella Meyendorffi Vern.* (Fig. 33), *Orthis striatula Schlot.*, *Atrypa reticularis L.* (Fig. 34), die Muscheln *Asmussia membranacea Pacht* und *Pecten Ingriae Vern.* (Fig. 35), die Schnecken *Platyschisma Kirchholmiensis Keys.* (Fig. 36), *Natica Kirchholmiensis Pacht*, *Pleurotomaria Keyserlingi Pacht.* Für Korallen ist die Gattung *Stromatopora* typisch. Ferner kommen Orthoceratiten und Stiele von Enkriniten vor. Die Fische sind durch Zähne von Ganoiden und Wirbel von Dipnoern vertreten (vergl. S. 177).

Lagerungsverhältnisse.

Auf der Ostseite der Hahnhofhöhe im Neuhausenschen Kirchspiele und südlich von dort an der Peddetz unterscheiden wir eine untere und eine obere Abteilung der Dolomitetage. Erstere enthält feste, oft kristallinische, kieselhaltige Dolomite, die auf dem „punktierten“, durch kleine rundliche Löcher kenntlichen Dolomit liegen und mit diesem direkt auf dem unteren Sandstein lagern, oder durch Tonlagen in diesen übergehen; letztere besteht aus zwei, meist weichen dolomitischen Kalksteinschichten mit Ton- und Mergelzwischenlagen. Dieser Ton und der Mergel sind besonders reich an Versteinerungen.

---

3) Über die systematische Stellung der genannten Tiergruppen ist auf Seite 143—151 nachzulesen.



Fig. 31. *Spirifer Anossofi Vern.* *a)* von vorn; *b)* von der Bauchklappe; *c)* von der Seite. Natürliche Grösse.



Fig. 33. *Rhynchonella Meyendorffi Vern.* *a)* Hinterrand mit dem Schlosse; *b)* Seitenansicht; *c)* Vorderrand, gegenüber dem Schlosse. $^3/_4$ d. nat. Gr.

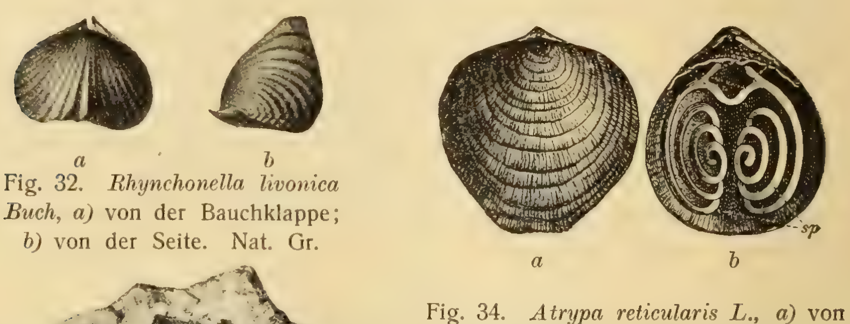


Fig. 32. *Rhynchonella livonica Buch*, *a)* von der Bauchklappe; *b)* von der Seite. Nat. Gr.

Fig. 34. *Atrypa reticularis L.*, *a)* von der Bauchklappe; *b)* Rückenklappe von innen mit den spiraligen Armgerüsten *sp.* Natürliche Grösse.

Fig. 35. *Pecten Ingriae Vern.* Schalenabdruck. Natürliche Grösse.



Fig. 36. *Platyschisma Kirchholmiensis Keys.* *a)* von unten; *b)* von vorn. Natürliche Grösse.

An der Düna unterscheiden wir ebenfalls zwei Abteilungen, eine untere und eine obere. Die untere, in ihrer stärksten Ausbildung 23 m mächtige Abteilung geht von Mergeln und Tonen in feste Dolomite über und ruht mit Sanddolomit- und Dolomitsandlagen auf dem unteren Sandstein. Abweichend von der oberen Abteilung, nähert sich ihre Zusammensetzung dem Normaldolomit (siehe Seite 184—185). In der unteren Abteilung finden sich folgende Leitfossilien in fünf verschiedenen Horizonten:

1) Horizont mit der Muschel *Posidonomya (Asmussia) membranacea Pacht*, dem winzig kleinen Armfüsser *Lingula bicarinata Kut.* und *Dipterus*-Resten.

2) Fukoïdenmergel mit Resten der Algen *Chondrites taeniola* und *Fucus sp.*

3) Schicht mit den Schnecken *Murchisonia quadricincta Pacht*, *Murchisonia decorata Pacht* und der Muschel *Pecten Ingriae* (Fig. 35).

4) Schicht mit dem Armfüsser *Orthis striatula Schloth.* (Fig. 37).

5) Schicht mit dem Armfüsser *Atrypa reticularis* (Fig. 34).



Fig. 37. *Orthis striatula Schloth. a)* von der Bauchklappe und *b)* von der rechten Seite. Natürliche Grösse.



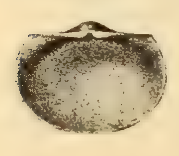
Fig. 38. *Euomphalus Voronejensis Vern. a)* von vorn; *b)* von oben. Nat. Gr.

Verbreitet sind in diesen Schichten ferner kleine Bivalven (Muscheln) wie *Schizodus devonicus* und *Nucula;* die Brachiopoden *Rhynchonella livonica* (Fig. 32) und *Spirifer acuminatus.* Seltener sind die Schnecken *Natica strigosa Pacht*, *Pleurotomaria depressa Pacht* und *Euomphalus Voronejensis Vern.* (Fig. 38); die Koralle *Cyathophyllum* und ein Orthoceratit *Gomphoceras.*

Die obere Abteilung der Dünadolomite führt in ihrem älteren 7 m mächtigen, mergeligen und tonigen Teile wenig Versteinerungen und ist hie und da reich an Gips. In ihren jüngsten 10—13 m mächtigen Schichten von Dolomit und dolomitreichem

Kalkstein enthält diese Abteilung als Leitfossilien die Schnecken *Platyschisma Kirchholmiensis* (Fig. 36), *Natica Kirchholmiensis*, den Brachiopoden *Spirifer tenticulum Vern.* und Reste vom Lurchfische *Dipterus*.

Bei Wenden haben wir aufsteigend: Dolomitsand, Mergel mit Pseudomorphosen nach Kochsalz und Dolomite der unteren Abteilung. Im oberen Flussgebiete der Livländischen Aa, von Adsel aufwärts, ist ebenfalls die untere Abteilung entwickelt. Sie besteht aus gelblichen, dolomitischen Kalksteinen und aus festen, grauen bis bläulichen, tonreichen Dolomiten.



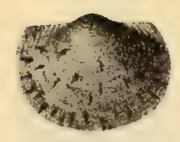


Fig. 39. *Productus productoïdes Murch.* Nat. Gr.



Fig. 40. *Arca Oreliana Murch.* Natürl. Grösse.

An das livländische Dolomitgebiet schliesst sich das kurische eng an, welches sich durch häufiges Vorkommen von Gips auszeichnet. Von neu auftretenden Versteinerungen sind zu nennen die Brachiopoden: *Productus subaculeatus Murch.*, *Productus productoïdes Murch.* (Fig. 39) und die Muschel *Arca Oreliana Murch.* (Fig. 40). Ferner ist eine Zunahme der Fischreste (*Asterolepis*, *Coccosteus*, *Holoptychius* und *Dendrodus*) zu bemerken.

B. Unser Ober-Devon.

Verbreitung.

An den schon früher erwähnten Profilen der Kurischen Aa, Memel und Muhs bei Bauske hat unser, nachher auf einer Expedition zu den Neusibirischen Inseln verschollener Landsmann, der Geologe Eduard Baron Toll nachstehende Schichtenfolge festgestellt:

a) zu oberst graue und blaue Tone und glimmerhaltige Mergel mit Sandsteinzwischenlagen, die durch Fischreste charakterisiert sind;

b) in der Mitte kristallinische Dolomite mit *Spirifer Archiaci Vern.* (Fig. 41) und *Productus sp.* (Prof. Grewingks „Productenhorizont"),

c) zu unterst dichte Dolomite mit *Spirifer Anossofi Vern.* (Fig. 31).

Dieser Befund stimmt mit der Gliederung des Devons im Ural und Timan völlig überein und es sind darnach die Horizonte a) und b) sicher zum Oberdevon zu rechnen, während der

Horizont c) als unterstes Glied des Oberdevons oder auch als höchstes des Mitteldevons gelten kann.



Fig. 41. *Spirifer Archiaci Vern.* *a)* Hinterrand (Schloss); *b)* Vorderrand; *c)* Seitenansicht. Natürliche Grösse.

Aus unserer geologischen Übersichtskarte ist ersichtlich, dass die oberdevonischen Ablagerungen unseres Landes in mehrere getrennte, bald grössere, bald kleinere Gebiete zerfallen. Das grösste nimmt im äussersten Osten unserer Karte einen Teil von Polnisch-Livland und dem Gouvernement Pleskau ein, wo es namentlich an der Welikaja zu Tage tritt. Das zweitgrösste befindet sich im südwestlichen Kurland und hat seine grossartigsten Aufschlüsse im Erosionstale der Windau und einiger ihrer Nebenflüsschen, zumal in der gegen 20 Meter messenden sogenannten „Hohen Wand" bei Lehnen (Abb. 18 auf Taf. XII). Ein kleineres oberdevonisches Lager umfasst die Quellgebiete der Grossen und Kleinen Jägel, den Mittellauf der Oger und das Dünatal zwischen Gross-Jungfernhof und Keggum. Dieses Lager bietet seine schönsten Profile im Erosionstale der Oger zwischen der Bebbermündung und Anrepshof. Kleine Streustücke oberdevonischer Ablagerungen finden sich noch an mehreren Stellen, so zum Beispiel bei Tuckum, Puhren, zwischen Kandau und Zabeln in Kurland, sowie bei Pokroi in Litauen.

Einteilung und Mächtigkeit.

In unserem Oberdevon lassen sich zwei übereinander liegende Fazies unterscheiden, nämlich:

1) Unmittelbar über dem Mitteldevon, liegen kristallinische Dolomite mit *Spirifer Verneuilli, Spirifer Archiaci Vern.* (Fig. 41) *Rhynchonella livonica Buch* (Fig. 32) *Productus subaculeatus Murch.* etc. In Kurland finden sich in diesen Dolomiten stellenweise Gipslager. Ihre Mächtigkeit konnte in Mitau durch ein Bohrloch auf 26 m bestimmt werden.

2) Über vorstehenden Schichten lagern Sandsteine, die im Gegensatz zu dem alten roten auch „Obere Sandsteine" genannt werden. Sie führen Zwischenlagen von Ton, Dolomit und dolomitischen Mergeln, auch Kugelsandsteine. An der Düna bei

Lennewarden zerfallen sie in eine obere sandige und eine untere tonige Abteilung. An Versteinerungen führen die „oberen Sandsteine" Fischreste *(Dipterus, Holoptychius, Coccosteus, Asterolepis* etc.), und die *Rhynchonella Meyendorffi Vern.* (Fig. 33). Ihre bisher bekannte Maximalmächtigkeit beträgt im Bohrloch des Mitauer Schlosshofes 29 m.

Besondere Vorkommnisse.

Ein im Gebiet unseres devonischen Dolomites recht verbreitetes Mineral ist der Gips. Auf ihn sind auch einige andere Vorkommnisse zurückzuführen, die hier im Zusammenhange kurz besprochen werden sollen.

Gips.

Der Gips (schwefelsaurer Kalk, $CaSO_4$) tritt am nördlichen Rande des Dolomitgebietes sporadisch auf. Er findet sich bei Isborsk im Pleskauschen, bei Adsel, Palzmar, Treppenhof, im oberen Aagebiet, bei Wenden, bei Schöneck, Pullandorf, Stubbensee östlich von Riga. Eine ganze Zone von Gipslagern erstreckt sich längs des Düna-Unterlaufes von Kengeragge und Gipsecke oberhalb Rigas über Dahlen, Kirchholm, Kurtenhof und Dünhof bis Pröbstingshof. Andere bemerkenswerte Lager befinden sich bei Pawasser und Schlock an der liv- kurländischen Grenze, an zahlreichen zerstreuten Punkten des schmalen Dolomitstreifens, der von letztgenannten Orten durch die Basis der kurischen Halbinsel zieht, so namentlich bei Schmarden, Senten, Weggen und Goldingen. Ferner bei Baldohn, Neugut, Barbern in Kurland, sowie zwischen Birsen und Pasewalk (Poswol) in Litauen. An vielen der genannten Orte wird der Gips teils zu industriellen Zwecken, teils als landwirtschaftliches Düngemittel ausgebeutet.

Unser Gips tritt meist mit Dolomit, Mergel oder Ton wechsellagernd auf und zwar bald als sogenannter Bankgips, bald als Fasergips. Ersterer stellt feste Massen von unregelmässiger Struktur und — infolge beigemengten Bitumens[4]) — dunkler Farbe dar; letzterer besteht aus rein weissen, seltener leicht gelblich oder rosa gefärbten, seidenglänzenden Schichten feiner, dicht aneinandergelagerter, senkrecht zur Schicht gerichteter Kristallnadeln.

---

4) Siehe die Fussnote 14 auf Seite 158.

Schwefelquellen.

Den Einwirkungen des durch organische Bestandteile verunreinigten Sickerwassers auf die Gipsablagerungen der Devonschichten verdanken auch unsere sogenannten Schwefelquellen, richtiger Schwefelwasserstoffquellen, ihre Entstehung. Der in ihnen enthaltene Schwefelwasserstoff, ein farbloses Gas von unangenehmem Geruch, bildet sich nämlich bei Reduktion des Gipses durch in diesem selbst enthaltene, oder auch vom Wasser zugeführte verwesende organische Stoffe und löst sich alsdann im Grund- oder Bodenwasser.

Am bekanntesten sind wegen ihrer heilkräftigen Wirkung die Schwefelquellen von Kemmern im gipsreichen Randgebiet, und die von Baldohn in der zentralen Gipsregion. Ausser Schwefelwasserstoff enthalten sie auch schwefelsaures Kali und Natron, schwefelsaure Magnesia, schwefelsauren Kalk, Schwefelkalzium, Chlorkalzium, kohlensauren Kalk, kohlensaure Magnesia, kohlensaures Eisenoxydul, Tonerde und Kieselerde, zuweilen auch freien Schwefel und organische Materien. Hochgeschätzt war ehedem die gegenwärtig fast völlig in Vergessenheit geratene Schwefelquelle bei Barbern. Ärmere Quellen sind in Livland bei Darsenzeem, Pullandorf, Schöneck, beim Bauernhofe Kalnewen an der Sudde, in Klein-Jungfernhof und Dahlen bei Riga bekannt geworden.

Höhlen.

Wie wir schon früher gesehen haben (Seite 107), gibt der verhältnismässig leicht lösliche Gips häufig Veranlassung zu Höhlenbildungen, aber auch in den weit widerstandsfähigeren Kalksteinen und Dolomiten können sich solche bilden, da auch diese nicht ganz unlöslich sind. Unsere von quartären Bildungen überdeckten Dolomit-, Kalk- und Tonschichten schliessen daher vielfach unterirdische Hohlräume ein, die sich, erst wenn sie einstürzen, durch Erdsenkungen, sogenannte Dolinen, Rissbildungen und Erdbeben bemerklich machen (vergl. Fussnote 12 auf S. 107).

2. Nachdevonische Formationen

ausser dem Quartär.

Mit dem Ausgange der devonischen Periode haben die geographischen Verhältnisse unseres Heimatlandes sich von Grund aus verändert. Seit dem Beginne des mitteldevonischen Zeitabschnittes hatte es ununterbrochen unter Wasser gelegen, nun

tauchte es allmählich wieder aus den Fluten empor um — zum allergrössten Teile — bis zur Gegenwart über dem Meeresspiegel liegen zu bleiben. Deshalb fehlen dem grössten Teile unseres Festlandes alle späteren Meeresablagerungen; die spärlichen Spuren aber, die im Laufe der folgenden geologischen Perioden auch auf dem trockenen Lande zurückbleiben mussten, sind durch nachherige Ereignisse meist bis auf den letzten Rest vernichtet worden. Nur im südwestlichen Grenzgebiete Kurlands und in den benachbarten Teilen Litauens, sowie Preussens haben noch späterhin Überflutungen stattgefunden, die einige Ablagerungen und Fossilien zurückgelassen haben. Daher finden sich hier einige zerstreute, darum aber nicht minder bemerkenswerte Lagerstätten von Gesteinen der permischen und jurassischen, mutmasslich auch der Kreideperiode. Ausserdem — an einigen wenigen Punkten — auch Reste tertiärer Landbildungen.

Zwischen Devon und Perm fehlt bei uns die Steinkohlenformation, zwischen Perm und Jura die Trias (vergleiche die Tabelle der geologischen Formationen auf Seite 136—137).

Perm.

In Kurland findet sich die **Perm-Formation** als Zechstein.[5]) In diesem, von mächtigen quartären Ablagerungen überdeckten Terrain haben wir nur selten Aufschlüsse durch Bohrlöcher und an den Einschnitten der Flüsse. Daher sind die Verbreitungsgrenzen dieser Formation nicht genau anzugeben. Die im südwestlichen Kurland und im benachbarten Teile Litauens bisher bekannt gewordenen Fundorte liegen in einer schmalen, bogenförmigen, im Norden vom Oberdevon, im Süden von der nächstfolgenden Formation begrenzten Zone. Der Zechstein lagert hier auf Devon und wird vielfach von jurassischen Bildungen überlagert. Als Hauptfundorte nennen wir: die Wartaga, einen Nebenfluss der Bartau; das auch sonst interessante Bohrloch beim Bauerhofe Pulwer unter dem Gute Meldsern an der Leetisch, einem linken Zufluss der Windau; die Kalkbrüche von Wormsaten, Niegranden, Alschhof und Lucken an der Windau, die Vorkommnisse von Weitenfeld unweit Auz, bei Weggern und Klikoln an der Waddax (C 5 unserer polit. Karte).

Der Zechstein besteht aus Kalksteinen von verschiedener Farbe und Zusammensetzung, die nach unten zu in Kalksande übergehen. Seine Mächtigkeit beträgt etwa 6 m.

5) Eine bestimmte Stufe der permischen Formation. Vergleiche die geologische Formationstabelle auf Seite 136—137.

Versteinerungen sind in unserem Zechsteine selten und in der Regel schlecht erhalten. Nur etwa ein halbes Dutzend Arten von Schnecken und Muscheln ist gefunden worden; unter ihnen ist *Gervillia ceratophaga* (Fig. 42) die häufigste.

Fig. 42. *Gervillia ceratophaga.*

In Ostrussland ist die Permformation ungeheuer entwickelt, stammt doch ihre Benennung von dem gleichnamigen ostrussischen Gouvernement.[6]) Ob unser kurländischer Zechstein mit dieser grossen Schichtentafel zusammenhängt, ob er mit den deutschen Vorkommnissen in Verbindung steht, ist eine offene Frage; bei Memel gewonnene Bohrungsergebnisse sprechen für Letzteres. Den kurländischen analoge Zechstein-Bildungen gibt es in Schlesien, Sachsen, Thüringen, Hessen. Wahrscheinlich haben wir im südwestlichen Kurland die Ablagerungen einer Bucht des ehemaligen, weit ausgedehnten permischen Ozeans.

Jura.

Der **Jura** Westkurlands und Litauens schliesst sich an unsere Südgrenze des Zechsteins an und ist vielfach als dessen Hangendes konstatiert. Seine Grenzen nach Süden sind ganz unsicher, die immer mächtiger werdenden quartären Ablagerungen verbergen sie. Die Hauptaufschlüsse jurassischer Ablagerungen haben wir an der Windau und zwar bei Popiljany im Kownoschen; beim Bauernhofe Bunke am Sangeflüsschen, nahe seiner Mündung; über dem Zechstein bei Niegranden, ebenso im Steinbruch von Wormsaten; endlich im Pulwerbohrloch bei Meldsern.

Der Jura Kurlands besteht in der Hauptsache aus Lehm, Ton, eisenschüssigem Sand, Sandstein, Sandkalk; die vorherrschenden Farben sind grau, gelb, braun. Zwischenlagen von Mergel, Knollen und Körner von Brauneisenstein[7]) sind häufig.

Die Aufschlüsse des Jura bei Popiljany, sowie bei Bunke unweit Niegranden sind ausserordentlich reich an Versteinerungen. Diese sind in dem nicht allzu festen Ton, Lehm und Sandstein um so leichter zu erbeuten, als durch Einreissen der Flussufer

---

6) Eine andere, ältere Benennung dieser Formation ist „Dyas“, sie soll vom griechischen Worte für „zwei“ abgeleitet sein, weil diese Formation in Westeuropa meist in zwei Stufen, Rotliegendes u. Zechstein, geschieden ist (vergleiche die Formationstabelle auf Seite 136—137).

7) Eisenhydroxyd ($2 Fe_2O_3 . 3 H_2O$) enthält 60 Gewichtsprozente Eisen und 14 Gewichtsprozente Wasser. Wurde zu herzoglichen Zeiten an manchen Orten Kurlands zur Eisengewinnung verhüttet.

bei Hochwasser oft neue Profile blosgelegt werden. Neben einigen wenigen Crinoïden und Brachiopoden sind eine grosse Menge verschiedener Muscheln, Schnecken, Ammonshörner *(Ammonites)* und Donnerkeile *(Belemnites)* gefunden worden. Besonders charakteristisch ist die grosse Menge der schön spiralig gewundenen, oft perlmutterglänzenden, mit zierlich ausgebuchteten Kammerwänden versehenen Ammoniten (vergl. S. 144, Vierkiemer), zum Beispiel *Ammonites ornatus* (Fig. 43), und der zylindrischen oder gestreckt-kegelförmigen, meist mit einer Längsfurche versehenen Fortsätze des zarten, tütenähnlichen Kalkskeletts von tintenfischartigen Tieren, den Belemniten (Fig. 44).

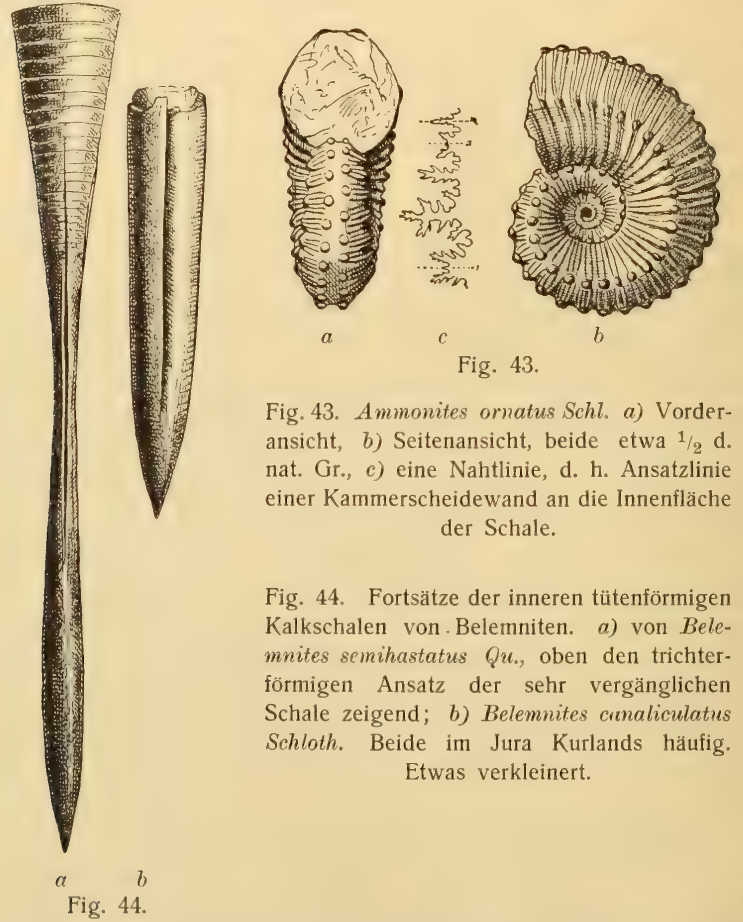


Fig. 43. *Ammonites ornatus Schl.* *a)* Vorderansicht, *b)* Seitenansicht, beide etwa $^1/_2$ d. nat. Gr., *c)* eine Nahtlinie, d. h. Ansatzlinie einer Kammerscheidewand an die Innenfläche der Schale.

Fig. 44. Fortsätze der inneren tütenförmigen Kalkschalen von Belemniten. *a)* von *Belemnites semihastatus Qu.*, oben den trichterförmigen Ansatz der sehr vergänglichen Schale zeigend; *b) Belemnites canaliculatus Schloth.* Beide im Jura Kurlands häufig. Etwas verkleinert.

In Zentralrussland finden sich grössere Terrains mit Jura, der auch dort den Zechstein überlagert. Ferner finden wir ihn in Pommern, Posen, Polen und Galizien. Auch das Jurameer

könnte also, ähnlich wie das Zechsteinmeer, eine Bucht in Kurland gehabt haben.

Kreide.

Über dem Jura gibt es im südwestlichen Kurland einige ausserordentlich geringfügige Vorkommnisse von **Kreide,** die als Ablagerungen der Kreideformation gedeutet worden sind. In dem schon mehrfach angeführten Bohrloche bei Pulwer an der Leetisch ist unter der weiterhin zu besprechenden tertiären Braunkohle und über dem Zechsteinkalk ein gegen 90 cm mächtiges Kreidelager erbohrt worden, das im oberen Teile aus mehlartiger, durch fein verteilte Kohle hellgrau gefärbter, im unteren aus fester, schneeweisser Schreibkreide besteht.

Der um die geologische Erforschung Liv- und Kurlands hoch verdiente Dorpater Professor Grewingk, der diese Kreideproben untersucht hat, fand in ihnen die charakteristischen Schalen von Foraminiferen, mikroskopischen Tierchen, die bekanntlich überhaupt den Hauptbestandteil der Kreide zu bilden pflegen.

Die nächstbenachbarten Fundorte von Kreide liegen — soweit bisher bekannt — schon ausserhalb des Südrandes unserer Karten, bei Kowno. Infolge dieses sporadischen Vorkommens ist die Deutung des kurischen Kreidelagers nicht ganz sicher, auch ist es ganz unmöglich, für unser Gebiet Verbreitungsgrenzen dieser Formation anzugeben.

Tertiär.

Nicht viel anders verhält es sich mit den sehr vereinzelten Vorkommnissen **tertiärer** Ablagerungen, die bisher in Kurland gefunden worden sind. Bei dem schon wiederholt erwähnten Bauerhofe Pulwer tritt im Bette des Leetischbaches ein Braunkohlenflötz[8]) zutage, dass wohl ohne Zweifel tertiären Ursprungs ist.[9]) Durch Bohrungen ist festgestellt worden, dass dieses Flötz bei einer Mächtigkeit bis über einen Meter eine recht grosse horizontale Ausdehnung besitzt. Bei Wormsaten an der Windau tritt es ebenfalls zutage und auch an manchen anderen benachbarten Punkten des Windautales kann man ver-

8) Braunkohle ist eine geologisch jüngere Sorte von Steinkohle. Als Flötz wird in der Bergmannssprache jede Schicht eines technisch verwertbaren Gesteins bezeichnet.

9) Früher hatte man es irrtümlicher Weise den jurassischen Bildungen zugezählt.

einzelte Kohlenschmitzen[10]) finden, sie werden überall von Sanden und Tonen überlagert, die bis 10 Meter mächtig sind.

In dieser Braunkohle findet man verkohlte Holzteile und Blattabdrücke. Leider sind diese Pflanzenreste noch nicht so genau untersucht worden, dass es möglich wäre, ihre Hingehörigkeit sicher anzugeben.

Obgleich der Heizwert der Meldsernschen Braunkohle sich als ein recht hoher erwiesen hat und das Flötz nicht ganz unbedeutend ist, hat es bisher wegen ungünstiger Lagerungsverhältnisse nicht ausgebeutet werden können. Das Hangende ist nämlich zu mächtig, um einen Abbau unter offenem Himmel zu gestatten, und zu wenig fest, um — ohne besonders kostspielige Sicherungsvorrichtungen — eine unterirdische Förderung zu ermöglichen.

Zu den Bildungen tertiären Ursprungs gehört auch der Bernstein. Er ist das Harz der Bernsteinfichte *(Picea succinifera Conw.)*, die während der Tertiärperiode an den Südküsten und wohl auch auf heutigem Boden des Baltischen Meeres, soweit dieser damals trocken lag, wuchs. An dem aus den Bäumen hervorquellenden Harze blieben oft Samen, Früchtchen, Blütenteile von benachbarten Pflanzen, sowie Insekten und andere kleine Tiere kleben, wurden vom immer weiter ausfliessenden Harze völlig eingehüllt und so der Nachwelt erhalten. Aus derartigen Bernsteineinschlüssen hat man eine ansehnliche Liste von Pflanzen und Tieren zusammenstellen können, die gleichzeitig mit der Bernsteinfichte gelebt haben müssen.

Die Südküste der Ostsee, namentlich die preussische, war von alters her als Fundort von Bernstein berühmt, der hier vom Meeresgrunde, auf dem er ruht, oft und reichlich ans Land gespült wurde. Auch an den Küsten Kurlands, bis in die innerste Bucht des Rigaschen Meerbusens, wurde noch vor wenigen Jahrzehnten viel Bernstein gefunden, so zum Beispiel in reichlicher Menge am sogenannten „Roten Zirkel“, der Nehrung zwischen dem Angernschen See und dem Livländischen Meerbusen. In dem kurischen Grenzstädtchen Polangen bestand eine schwunghafte Bernsteinindustrie, die indessen in jüngster Zeit stark zurückgegangen ist, weil man nur noch wenig Bernstein und fast nur in kleinen Stücken findet.

---

10) Schmitzen nennt man kleine und dünne Lagen eines Gesteins, die in irgend ein anderes eingesprengt sind.

Literatur.

Murchison, Verneuil u. Keyserling „The geology of Russia in Europe and the Ural montains“ I Geology, II Paléontologie. London u. Paris 1845.

dieselben „Geologie des europäischen Russlands und des Ural“, bearbeitet von G. Leonhard. Stuttgart, 1848.

Pander Chr. H. „Über die Placodermen des Devonischen Systems.“ St. Petersburg, 1857.

derselbe „Die Ctenodipterinen des Devonischen Systems.“ St. Petersburg, 1858.

Pacht R. „Der devonische Kalk in Livland.“ Dissertation, Dorpat 1849. Zum zweiten Male in umgearbeiteter Form und mit einer Tafel erschienen 1858 im 2. Bande der I Serie des Archivs für Naturkunde Liv-Est-Kurlands, herausgegeb. v. d. Naturf.-Ges. zu Dorpat.

Grewingk C. „Geologie von Liv- und Kurland.“ Archiv für Naturkunde Liv- Est- und Kurlands, herausgeg. v. d. Naturf.-Ges. zu Dorpat, I Ser. 2 Bd. S. 479—776. 1861. Auch Sonderabdruck.

derselbe „Zur Kenntnis ostbaltischer Tertiär- und Kreide-Gebilde.“ Ebenda I Ser. 5 Bd. S. 195—256. 1872.

derselbe „Erläuterungen zur zweiten Ausgabe der geologischen Karte Liv-, Est- und Kurlands.“ Ebenda Bd. 8. 1879.

Rosen, Fr. Baron „Die chemisch-geognostischen Verhältnisse der devonischen Formation des Dünatales in Liv- und Kurland und des Welikajatales bei Pleskau.“ Archiv für die Naturkunde Liv-Est-Kurlands, herausgegeb. v. d. Naturf.-Ges. zu Dorpat Ser. I, Bd. 3, S. 105 bis 204. 1864.

Doss Br. „Über den devonischen Kugelsandstein.“ Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XXXVIII 1895.

derselbe „Über Diagonalschichten im unterdevonischen Sandstein,“ ebenda. XXXVIII 1895.

derselbe „Über die Möglichkeit der Erbohrung von Naphtalagerstätten bei Schmarden in Kurland,“ ebenda. XLIII 1900.

derselbe „Über einen artesischen Naturbrunnen bei Schlock in Livland,“ ebenda. XLVIII 1905.

derselbe „Die geologischen Aufschlüsse einer grösseren Anzahl artesischer Brunnenbohrungen in Pernau und Umgegend,“ ebenda. L 1907.

derselbe „Über die geologischen Aufschlüsse einiger Tiefbohrungeu in Windau,“ ebenda. LI 1908.

Toll, Baron E. „Geologische Forschungen im Gebiete der Kurländischen Aa.“ Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat, 1898 Bd. XII S. 1 u. folgende.

Lethaea geognostica I Teil II Bd. Lethaea palaeozoica. 1 Lief.

Karten.

Geognostische Karte der Ostseeprovinzen von C. Grewingk. Massstab 1 : 1.200.000. 1861.

Geognostische Karte der Ostseeprovinzen von C. Grewingk, II Ausgabe. Massstab 1 : 600.000. 1879.

Геологическая Карта Европейской Россіи, изданная Геологическимъ Комитетомъ 1897. Масштабъ = 150 верстъ въ дюймѣ.

Die genannten Arbeiten sind vielfach wörtlich benutzt worden. Wir haben es unterlassen, das betreffende Spezialwerk in jedem Fall anzuführen, weil dadurch die Übersichtlichkeit hätte leiden können.

Abschnitt 9.

Das Quartär.

Von

E. v. Wahl und **K. R. Kupffer.**

Einleitung.

Das Meer hatte sich, wie wir zum Schluss des vorigen Abschnittes gesehen haben, mit Ablauf der Devonperiode zurückgezogen. Nur einige Gebiete im südwestlichen Kurland waren noch in späteren Perioden von Meeresbuchten überdeckt, alles übrige Land unseres Gebietes hat seit der Devonzeit trocken und verhältnismässig ruhig dagelegen, während in anderen Gegenden ausgedehnte Festlandsgebiete unter Wasser versenkt waren und von Meeresablagerungen der Karbon-, Perm-, Trias-, Jura-, Kreide- und Tertiärzeit bedeckt worden sind (siehe die Tabelle der geologischen Formationen auf Seite 136 u. 137). Gebirgsfaltungen und Schollensenkungen, die besonders während der Tertiärzeit an anderen Orten die Oberfläche des Festlandes umgestaltet haben, hat unser Land nicht erlitten.

Schon früher haben wir dessen gedacht, dass keine erdgeschichtliche Periode an unserem Lande ganz spurlos vorübergegangen sein kann und dass das Fehlen ihrer Spuren nur durch nachträgliche Vernichtung zu erklären ist (S. 192). Auch haben wir erfahren, dass die allenthalben obenaufliegenden Ablagerungen der Diluvialperiode massenhaft Einschlüsse enthalten, die von nördlicheren Gegenden herstammend, durch irgend eine Naturkraft weithin verschleppt worden sind (S. 134—135). Es ist nun an der Zeit diese eigentümlichen Erscheinungen näher zu betrachten.

A. Das Diluvium.

Wandel der Anschauungen.

Nachdem die Geologen erkannt hatten, dass mindestens ein grosser Teil des die Oberfläche ganz Mitteleuropas bedecken-

den quartären Bodenmateriales aus nördlicheren Gegenden herstammt, verfielen sie auf der Suche nach einer Erklärung für diese merkwürdige Tatsache zunächst auf die Annahme, dass in einer zwischen das Tertiär und die Gegenwart zu verlegenden Periode alle nördlichen Meere ihre früheren und gegenwärtigen Ufer weit überschritten hätten, und dass durch sie all dieses lockere Bodenmaterial abgelagert worden sei. Die Herschaffung grosser, durch Wasser nicht fortzubewegender Gesteinsblöcke erklärte man sich durch den Transport schwimmender Eisschollen oder Eisberge, die jene Blöcke enthalten und beim Abschmelzen zu Boden sinken gelassen haben sollten. Es verdient hier hervorgehoben zu werden, dass der erste Urheber dieser sogenannten Drifttheorie ein Schüler Linnés namens Johann Jakob Ferber gewesen ist[1]), der 1743 zu Karlskrona in Schweden geboren, 1790 zu Bern in der Schweiz gestorben, 1775—1783 Professor der Physik und Naturgeschichte am damals begründeten und nachher berühmt gewordenen Gymnasium academicum illustre zu Mitau war. Seine diesbezüglichen Anschauungen hat Ferber in einem Anhange zu den 1784 in Riga erschienenen „Zusätzen zum Versuche einer Naturgeschichte Livlands“ von Johann Benjamin Fischer[2]) (namentlich S. 269—270) niedergelegt.

Dieselbe Drifttheorie ist sehr bald nach Ferber auch von anderen aufgestellt worden. Man glaubte sie, unter anderem, auch durch die alttestamentliche Überlieferung von der Sintflut sowie ähnliche in der Sagenwelt verschiedener Völker stützen zu können. Massgebende Gelehrte, wie namentlich der berühmte englische Geologe Sir Charles Lyell (1797—1875) schlossen sich dieser Theorie an und suchten sie fest zu begründen.

Nach und nach aber lernte man eine immer grösser werdende Reihe von Tatsachen kennen, die sich durch die Drifttheorie nicht erklären liessen, dagegen in guter Übereinstimmung mit Erscheinungen standen, die inzwischen in den Schweizer Alpen entdeckt worden waren und mit Entschiedenheit darauf hinweisen, dass alle Alpengletscher ehedem sehr viel weiter talabwärts gereicht haben, als gegenwärtig, ja dass eigentlich das

---

1) Vergl. B. Doss im XLV Bande des Korr.-Bl. des Naturforscher-Ver. zu Riga, S. 139—143, 1902.

2) Fischer war gleichfalls ein Schüler Linnés, sein 1778 erschienener „Versuch einer Naturgeschichte von Livland“ war die erste zusammenhängende naturgeschichtliche Darstellung unserer Heimat. Sie ist noch heute von höchstem Werte zur Vergleichung der gegenwärtigen Verhältnisse mit den damaligen.

ganze Alpengebiet — südwärts bis in die lombardische Tiefebene, nordwärts bis an den Oberlauf der Donau — einmal völlig unter Schnee und Gletschereis gelegen haben muss (vergl. Fig. 45).

Dieses veranlasste den hervorragenden schweizerischen Naturforscher Agassiz (1841) zur Annahme einer ehemaligen Eiszeit, das heisst einer Periode, in der das Klima Europas beträchtlich kälter gewesen sein müsse als gegenwärtig. Diese Lehre fand anfangs wenig Anklang, aber desto mehr Widerspruch. Im Jahre 1875 veröffentlichte der schwedische Geologe Torell seine Inlandeistheorie, die von der Annahme der Eiszeit ausgehend lehrt, dass während dieser Periode ganz Nordeuropa ebenso unter gewaltigen Eismassen dagelegen habe, wie etwa heutzutage Grönland (vergl. S. 122). Diese Theorie erwies sich als ausserordentlich fruchtbar, indem sich aus ihr ungezwungene Erklärungen aller einschlägigen Tatsachen ableiten liessen, namentlich auch solcher, die sich nach der Drifttheorie auf keine Weise befriedigend deuten lassen wollten.

Heutzutage ist die Inlandeis- oder Glazialtheorie allgemein anerkannt, auf ihr beruhen auch die folgenden Darlegungen dieses Buches. Von der alten Überflutungs- und Drifttheorie aber hat sich bis heute noch eine wissenschaftliche Benennung dieser geologischen Periode erhalten. Man nennt sie nämlich das Diluvium, das heisst im Lateinischen die Wasserflut oder Überschwemmung.

Erklärungsversuche.

Es erscheint hier angezeigt, kurz die zahlreichen Versuche zur Erklärung und Bergündung einer so auffallenden Erscheinung, wie es die sogenannte Grosse Eiszeit gewesen ist, zu erwähnen: Der geistvollen Hypothesen, welche die auffallende und bedeutungsvolle Erscheinung der Eiszeit zu erklären versuchen, gibt es viele: kosmische, welche die Ursache in ausserirdischen Verhältnissen suchen, wie zum Beispiel in Konstellationen der Gestirne oder Vorgängen auf der Sonne; terrestrische und Kombinationen von beiden. Die terrestrischen Hypothesen ziehen Schwankungen der Erdachse, das Untersinken grosser Landmassen, die Aufwölbung der Kontinente und Gebirge, die Verlegung von Meeresströmungen zur Erklärung heran. Keine von allen diesen Hypothesen hat sich indessen bisher allgemeine Anerkennung erwerben können. Sei es nun, dass eine allseitig befriedigende Erklärung noch gefunden werden wird oder nicht, an der Tatsache einstiger Vereisung ganz Nord- und



Fig. 45. Kartenskizze der weitesten Ausdehnung des Inlandeises und der Gebirgsgletscher in Europa während der Eiszeit. Die mit Eis bedeckten Gebiete sind schraffiert. Nach Neumayr-Uhlig (s. Literaturverzeichnis).

Mitteleuropas in dem aus nebenstehender Kartenskizze ersichtlichen Umfange ist nicht zu zweifeln, da bis zu den angegebenen Grenzen die Spuren gefunden werden, die wir auf Seite 123 bis 125 als untrügliche Anzeichen ehemaliger Vergletscherung kennen gelernt haben.

Zum näheren Verständnis der damaligen Witterungsverhältnisse sei auf folgendes hingewiesen:

In der dem Quartär vorhergehenden Tertiärzeit wurden die Bedingungen geschaffen, welche die Eiszeit zur Folge hatten. Wir kennen diese Tertiärperiode als eine solche von intensiver, gebirgsbildender Gewalt. Das Einsinken von Landrücken, die Erhebung von Landhöhen, die Bildung neuer Meeresbecken hatten damals die weitgehendsten Folgen. Meeres- und Luftströmungen erhielten neue Bahnen, neu gehobene Gebirge zwangen feuchtwarme Luftströme zu steigen und ungeheure Massen von Niederschlag abzugeben. Mit solchen Niederschlägen in Form von

Schnee wurde Nordeuropa damals in ähnlicher Weise überschüttet, wie das eben mit Grönland der Fall ist.

Von welch ungeheurer Bedeutung die Ablenkung warmer Meeresströmungen und die dadurch bedingte Veränderung barometrischer Zugstrassen durch einstürzende oder sich aufrichtende Erdschollen sein muss, können wir daraus entnehmen, dass wir unser gemässigtes Klima in erster Linie dem Golfstrom zu verdanken haben, und den von ihm beeinflussten meteorologischen Verhältnissen [3]). Wie eine gewaltige Warmwasserheizung verbreitet sich das Tropenwasser der Golfstromtrift aus dem Golf von Mexiko an der ganzen Westküste unseres Erdteiles und dringt in den Buchten und Binnenmeeren tief in das Innere hinein. Infolge seiner relativ hohen Temperatur liegt über dem nördlichen Atlantischen Ozean im Winter ein Luftdruckminimum, dessen Zentrum ungefähr auf 60° nördlicher Breite fällt. Das Maximum hält sich dann über dem südlichen Nordamerika und dem südwestlichen Teil jenes Ozeans, von dort strömt die Luft heftig zum Minimum ab, wird nach den bekannten Gesetzen von der Ablenkung der Bewegungsrichtungen durch die Rotation der Erde nach rechts abgelenkt und ruft die in Europa vorherrschenden West- und Südwestwinde hervor, die die warme, ozeanische Luft über diesen Erdteil verbreiten.

Wir können uns also vorstellen, was eine Ablenkung dieses Golfstromes für uns bedeuten würde. Zur Illustration dieser Verhältnisse diene noch, dass unsere geographische Breite z. B. in Kamtschatka subpolares Klima besitzt, in der Antarktis bereits die Höhe von Königsberg vollkommen vergletschert ist. Da wir in den baltischen Provinzen eine mittlere Jahrestemperatur von 4 bis 6,5° Celsius haben, ist es klar, dass eine Abkühlung um einen nur etwas höheren Betrag ein Klima ergäbe, wo die Niederschläge überwiegend in fester Form zur Erde gelangen, wo also eine abermalige Vergletscherung eintreten könnte.

Fenno-Skandia vor der Vereisung.

Um uns eine Vorstellung von der Wirkung der Vereisung und Vergletscherung auf unser Land bilden zu können, betrachten wir erst unsere nördlichen und nordwestlichen Nachbarländer, Finnland und Skandinavien, gemeinsam als Fenno-Skandia bezeichnet, weil dieses die Geburtsstätte der gewaltigen

3) Näheres über unsere Witterungsverhältnisse und die hier als bekannt vorausgesetzten Begriffe bringt der nächste Abschnitt unseres Buches.

Gletschermassen war, die über unser Gebiet hinweggezogen sind. Dieses Land war damals ein zusammenhängendes Hochgebirge, das im grossen ganzen von der archäischen Periode bis zum Quartär, nie unter Wasser gelegen hat, in dem sich daher in der gewaltig langen Zeit eine ungeheure Menge von Verwitterungsprodukten gebildet und angesammelt haben musste. Wir werden uns eine Vorstellung von diesen Verhältnissen machen können, wenn wir weiterhin erfahren haben werden, welche Mengen von dort stammenden Gesteins in allen Grössen, von dem geringsten Sandkorn bis zum haushohen erratischen Block, auf Tausende von Kilometern fortgetragen und ausgestreut sind; wenn wir wissen werden, dass nicht nur ganze Landschaften durch die Findlingsblöcke ihren Charakter erhalten, sondern dass auch die Acker-, Wiesen- und Waldböden ganzer Länder zum grössten Teil aus skandinavisch-finnländischem, während der Eiszeit zermahlenen und hergeschafften Gestein bestehen.

Ostbaltikum vor der Eiszeit.

Wie sah nun während dieser langen Zeiträume die Landschaft bei uns aus? Die gründliche Zerstörung und Umwandlung, die die weiterhin folgende Eiszeit mit der Oberfläche unseres Landes vorgenommen hat, erschwert es ausserordentlich eine klare Vorstellung zu gewinnen. In welchem Masse die Gletscher abschürfend und schleifend gewirkt, welche Mengen von Gesteinsmaterial sie aus den silurisch-devonischen Schichten in ihre Grundmoräne aufgenommen und fortgeführt haben, lässt sich schwerlich auch nur annähernd bestimmen. Jedenfalls müssen die angedeuteten Einwirkungen gewaltig und die erwähnten Mengen ganz ausserordentlich gewesen sein, da die verarbeiteten Gesteinsmengen in verschiedenster Korngrösse mit den granitischen Geschieben Finnlands zu unserem gegenwärtigen Boden zusammengemischt, oder aber bis nach Deutschland und ins südliche Russland hinein verfrachtet worden sind.

Unser paläozoisches Kalk- und Sandsteinplateau mit seinen tellerförmig übereinander liegenden Schichten war, wenn auch nicht wie Finnlands Granitgebirge seit Urzeiten, so doch seit dem Ausgange der devonischen Periode den Einwirkungen der Atmosphäre, Wind und Wetter, Frost und Hitze preisgegeben. Es wird sich dadurch eine beträchtliche Zerklüftung und Verwitterung des Bodens auch bei uns ergeben haben. In anderen Gegenden des Erdballes finden wir gerade aus diesen Zeiträumen Reste eines unfassbaren Reichtums an Formen des Tier-

und Pflanzenreichs, Zeugen einer mächtigen schöpferischen Tätigkeit. Bei uns fehlen solche Reste allerdings vollständig, nichts destoweniger ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass auch hier ein dem jeweiligen Klima angepasstes Tier- und Pflanzenleben bestanden hat. Dieses musste jedoch während der darauf folgenden Eiszeit nicht nur selbst zu Grunde gehen, sondern es mussten auch alle seine Reste und Spuren durch die erwähnte schürfende, reibende, mahlende Einwirkung der gewaltigen eiszeitlichen Gletscher auf ihre Unterlage vollständig vernichtet werden.

Vorrücken des Eises.

Wenn wir uns vorstellen, dass die aus dem finnländisch-skandinavischen Hochlande niedersteigenden Gletscher im Anfang wahrscheinlich nicht den Charakter des Inlandeises gehabt haben, sondern, wie jeder Alpengletscher zu Zeiten des Wachstums (vergl. S. 122), erst allmählich ihre Zungen immer weiter ins Land vorschoben; dass sie nach und nach zum zusammenhändenden Inlandeise von etwa einigen tausend Metern Mächtigkeit anwuchsen und das Land auf Millionen von Quadratkilometern bedeckten; wenn wir uns ferner vergegenwärtigen, dass dieser unfassbar grossen Wirkung kleine Ursache die Schneeflocke war, — so müssen wir annehmen, dass das Vorrücken der Quartärvereisung ungeheure Zeiträume beansprucht hat. Unser Land lag bereits lange tief unter einer Eiskappe, während sich der Rand des Eises immer weiter nach Süd und Süd-Ost vorschob.

Wirkung der Eisbewegung.

Schiebend, stauchend, schrammend, hobelnd, glättend, möglichst ebene Gleitfächen schaffend, allzu feste Hindernisse überfliessend, ergiesst sich der Gletscher über das Kalksteinplateau Estlands. Zugleich nimmt das Eis den Verwitterungsschutt, den es überschreitet, zum grossen Teil in die plastische Masse seiner Grundmoräne auf (siehe S. 124) und mischt ihn hier mit dem Granitmaterial finnischer Herkunft. Letzteres verbreitet sich so über das Land in allen Grössen, vom mächtigsten Findlingsblock bis zum feinsten Sandkorn (vergl. Abb. 1 und 2 auf Taf. IV, und auch die Ansicht unseres Geschiebelehmbodens auf Tafel XVIII, Abb. 27).

Wie weit unsere silurischen und devonischen Schichten durch das Inlandeis erodiert wurden, können wir nicht genau feststellen. Wenn wir uns aber die aufgelösten Formen der Nordküste unseres Gebietes vergegenwärtigen (vergl. die Karten),

zum Beispiel die tiefen, in die Küste eingerissenen Buchten bei Baltischport und Reval, die Kolk-, Papen-, Monk- und Kasperwiek, die vom Festlande losgerissenen Felseneilande Gross- und Klein-Rogö sowie Odinsholm am westlichen Teile dieser Küste, und wenn wir erwägen, dass diese Erscheinungen mindestens zum grossen Teile Folgen der nordsüdlich gerichteten Bewegung des ehemaligen Inlandeises sind, so können wir uns schon einige Vorstellungen davon machen. Jedenfalls hat der Gletscher einen grossen Teil der zutage stehenden silurischen Schichten abgetragen und in Form von Geschieben nach Süden verfrachtet.

Beim Eintritt in das livländische Sandsteingebiet musste sich die erodierende Tätigkeit in etwas anderer Weise gestalten. Bei der lockeren Beschaffenheit des Materiales konnten gewaltige Mengen desselben in die Grundmoräne aufgenommen werden, so dass der Geschiebeboden, je weiter nach Süden, um so mehr sandige Beimengungen erhielt. Auch konnte es hier nicht, wie auf dem Kalkuntergrund Estlands, zur Bildung von glatten, geschrammten Flächen kommen, auf denen das Eis vorwärts glitt. Erst südlich vom Verbreitungsgebiete unseres devonischen Sandsteines traten dem Gletscher von neuem in den zutage tretenden Dolomitgesteinen ähnliche Verhältnisse, wie in Estland, entgegen.

Da wir in unserem Gebiete keine Alpengletscher in Tálmulden mit überragendem Fels hatten (vergl. Fig. 5 auf Seite 121 nebst zugehörigem Text), und es daher weder Seiten- noch Oberflächenmoränen geben konnte, ist es klar, dass ein grosser Teil, wenn nicht die ganze Masse des skandinavisch-finnländischen granitischen Geschiebes am Grunde des Gletschers zu uns und weiter transportiert worden ist. Die dort sich bewegenden krystallinischen Massen, gemengt mit lokalen Gesteinen, bearbeiteten unter immensem Druck die Unterlage. Dieser Druck, die stattfindende Reibung und die Wärmezufuhr durch herabsickerndes Wasser bewirkten, dass die tieferen Lagen des Inlandeises jederzeit dem Schmelzzustande nahe waren (vergl. S. 121). Hierdurch wurde das Vorwärtsgleiten des Eises erleichtert, Schmelzwasser und Gletscherströme erzeugt.

Interglazial-perioden.

Durch genaues Studium der eiszeitlichen Ablagerungen in Mitteleuropa hat man erkannt, dass das Inlandeis nicht nur einmal vorgerückt ist, um bis zur endgültigen Abschmelzung stille zu stehen, sondern dass diese Vorgänge einander mehrmals abgelöst haben, wobei indessen die Abschmelzung nur an den süd-

lichen Grenzgebieten des Inlandeises eine so vollständige war, dass diese Gegenden zeitweilig eisfrei dalagen und sich in ihnen sogar eine Tier- und Pflanzenwelt ansiedeln konnte. In diesen Gegenden wechselten also mehrere, durch rauhes Klima gekennzeichnete Eiszeiten mit milderen Zwischenzeiten, den sogenannten Interglazialperioden ab.

In unserem Lande haben sich eigentliche Interglazialperioden bisher nicht nachweisen lassen. Vermutlich reichte ihre Schmelzwirkung nicht so nahe an das Vergletscherungszentrum heran. Immerhin mögen diese wärmeren Perioden sich auch hierzulande durch Vermehrung der in und unter dem Eise strömenden Schmelzwässer geltend gemacht haben.

Kleinere Schwankungen.

Auch abgesehen von den Interglazialperioden konnte der Stirnrand des Inlandeises sich weder während der Periode seines allgemeinen Vorrückens, noch auch während der des allgemeinen Rückzuges stetig in gleichem Sinne bewegen. Ebensowenig konnte er lange Zeit an einer Stelle stille liegen. Er musste vielmehr — gleich der Endzunge eines Alpengletschers (vergl. S. 122) — auf jede, wenn auch nur wenige Jahrzehnte andauernde Änderung des Klimas in der Weise reagieren, dass jede Erniedrigung der Mitteltemperatur und Vermehrung der Niederschläge ein Vorrücken, jede Temperaturerhöhung und Niederschlagsverminderung dagegen einen zeitweiligen Rückzug zur Folge hatte. Da solche kurzfristige, unregelmässige klimatische Schwankungen während der rauhen Eiszeit wohl in noch höherem Masse vorgekommen sein dürften, als in der Gegenwart, müssen wir uns den Stirnrand des europäischen Inlandeises in beständiger Oszillation, das heisst Hin- und Herbewegung denken, deren einzelne Phasen Jahre, Jahrzehnte und wohl auch Jahrhunderte betragen haben mögen.

Gleich den Alpengletschern (vergl. S. 124) — jedoch in unvergleichlich grösserem Masstabe — musste auch das Inlandeis bei jedesmaligem Vorrücken eine Stirnmoräne vor sich herschieben, die beim Zurückweichen des Eises ungestört liegen blieb, bei weiterem Vorrücken aber jedesmal wieder abgetragen und weiter geschafft wurde. Auf dem ehemals vergletscherten Gebiete Europas finden sich solche Moränenzüge an vielen Orten und oft in riesiger Ausdehnung, als Zeugen einzelner Vorrückungsphasen des Inlandeises während seiner allgemeinen Abschmelzungsperiode.



Fig. 46. Die letzte baltische Vereisung (Grenzen schraffiert). Aus Geinitz „Die Eiszeit“, mit Eintragung der wichtigsten späteren Endmoränen (dicke Linien).

Unsere Figur 46 stellt die mutmassliche Ausbreitung des baltischen Inlandeises am Schlusse des letzten grossen Vorstosses dar, den es — im allgemeinen schon auf dem Rückzuge befindlich — vollführt hat. Hierbei wurden die riesigen Endmoränen abgelagert, die in einem fast ununterbrochenen Bogen von Jütland, der Südküste des Baltischen Meeres parallel, bis zur preussisch-litauischen Grenze dahinziehen. Innerhalb des durch schraffierte Begrenzung kenntlich gemachten Gebietes bemerkt man mehrere seinem Süd- und Ostrande ungefähr parallel verlaufende Bogenstücke. Diese stellen die wichtigsten bisher bekannten Endmoränen dar, die von späteren weniger weit reichenden Vorstössen des Inlandeises zurückgeblieben sind. Unter ihnen fallen namentlich zwei riesige Parallelzüge in Finnland

auf, die das Oszillieren des Gletscherrandes mit geradezu handgreiflicher Deutlichkeit erkennen lassen.

Abschmelzperiode.

Waren in und unter dem Inlandeise schon während seines Vorrückens und relativen Stillstandes, während der Interglazial- und Oszillationsperioden Schmelzwässer tätig, die im Grundmoränenmaterial Schlemmprodukte zum Absatz brachten, so musste dieses in weit grossartigerem Masse der Fall sein, als das Eis infolge zunehmender Schmelzung endgültig abnahm und dahinschwand.

Denken wir uns die enormen wegtauenden Eismassen, die stürzenden Eispfeiler, die in den Hohlräumen als Stromschnellen und Wasserfälle tosenden Wassermengen, so können wir ungefähr ein Bild von den ungeheuren Kräften dieser Periode und ihren mannigfaltigen Wirkungen gewinnen.

Wir wollen uns in folgendem über diejenigen geologischen Gebilde informieren, welche nach dem Abschmelzen des gewaltigen Inlandeises als dessen Zeugen und Erzeugnisse in unserem Lande zurückgeblieben sind.

Grundmoräne.

Die Grundmoräne des ehemaligen Inlandeises bedeckt — wie wir schon festgestellt haben — unser ganzes Gebiet. Wie aus dem Aufschlusse auf Abbildung 27 (Taf. XVIII des Atlasses) rechts unten und links ersichtlich, besteht sie aus einer lehmigen oder sandig-lehmigen, oft mehr oder weniger kalk- und dolomithaltigen, völlig ungeschichteten Masse, in der an ihren Kanten abgerundete, seltener eckige Geschiebe der verschiedensten weiter nordwärts anstehenden Gesteine regellos zerstreut liegen. Man bezeichnet diese Grundmoränenmasse als Geschiebelehm, wenn sie wenig, hingegen als Geschiebemergel, wenn sie viel Kalk in sich enthält, endlich als Blocklehm, wenn sie grössere Gesteinsblöcke einschliesst (vergl. S. 124).

Die eingestreuten Geschiebe haben sich bei dem Fortwälzen der Grundmoräne unter dem Eise mit Kritzen bedeckt, die durch das Einkratzen eckiger festerer Gesteine in weichere entstanden sind (vergl. S. 123—124).

Durch die Schmelzwässer ist das Material der Grundmoräne stellenweise schon unter dem Eise bearbeitet und geschlämmt worden, so dass sich Einlagerungen von geschichtetem Kies, Grand und Sand in ihm vorfinden können (vergl. Abb. 27 auf Taf. XVIII in der Mitte des Aufschlusses). Wechsellagern aber

ganze weit ausgebreitete Schichten von Sand und Kies mit Geschiebelehm, beziehungsweise Geschiebemergel, so haben wir es mit Ablagerungen vor dem Gletscherrande zu tun, die bei jedem erneuten Vorrücken des letzteren wiederum mit einer Grundmoräne überdeckt wurden.

Die Oberfläche der Grundmoräne erscheint bald eben, bald mehr oder weniger wellig, kuppig oder hügelig. Sie ist es, die den meisten Gegenden unserer Heimat ihren Charakter und ihre vertikale Gliederung verleiht (vergl. Abb. 21, 22, 23 auf Taf. XV u. XVI des Atlasses). Alle unsere zahlreichen Hügellandschaften, mit ihrem regellosen Wechsel von rundlichen Kuppen und dazwischen liegenden, oft mit Seen ausgefüllten Tälern, bestehen bis auf ihren ziemlich eben dahinstreichenden Felsengrund aus Moränenmaterial, sind typische Grundmoränenlandschaften. (Vergleiche den ganzen Abschnitt 2 dieses Buches, namentlich Seite 33, ferner die Profilkarte XXVIII und die Landschaftsbilder 22, 32 und 39 auf Tafel XV, XX u. XXIV unseres Atlasses).

Das Grundmoränenmaterial ist es auch zugleich, das in den meisten Gegenden unserer Heimat den Vegetationsboden liefert, dessen der Land- und Forstwirt zur Ausübung seines Gewerbes bedarf. Die Zusammensetzung dieses Materials, der Grad seiner Bearbeitung durch Eis und Wasser, die Mächtigkeit der abgesetzten Schicht bedingen mit einigen anderen Faktoren die Klassen, nach denen wir unseren Boden bonitieren, das heisst seinem Werte nach einschätzen (vergl. den Schluss dieses Abschnittes). Je weiter entfernt vom Ausgangspunkte des Inlandeises, um so mächtiger ist die Grundmoränendecke und um so feinkörniger ist im allgemeinen das sie zusammensetzende Material. Dabei spielt die Beschaffenheit der vom Gletscher bearbeiteten Grundlage eine grosse Rolle. Die weichen Sandsteine ergaben zum Beispiel kein Geröll, sondern Sand verschiedener Korngrösse, lehmigen Sand, sandigen Lehm und Lehm, während die Kalktrümmer der Kalk- und Dolomitregion sich mit den granitischen Geschieben in anderer Weise mengten. Daher finden wir in den Terrains des devonischen Sandsteins und südlich von diesen vielfach geschiebearme, rötlichviolette bis weissgelbe oder fuchsrote Grundmoränenmassen von feinstem Korn, die zum Teil sehr fruchtbar sind, wenn das Wasser die kalireichen tonigen Bestandteile nicht ausgewaschen hat (vergl. S. 135).

In Estland und auf den Ostseeinseln sind die Gletscherablagerungen meist wenig mächtig, stellenweise fehlen sie völlig,

so dass der felsige Untergrund vielfach nackt zu Tage tritt, wie es zum Beispiel auf der Tafel VI unseres Atlasses zu sehen ist. Je weiter nach Süden, desto mehr nimmt die Grundmoräne an Mächtigkeit zu. In Mitau hat man sie bei der Anlage eines Bohrbrunnens im Schlosshofe auf 22, in Windau beim Zollamte auf 30½ Meter festgestellt. Diese beiden Punkte liegen nur wenige Meter über der Meeresoberfläche, in unseren, aus Anhäufungen von Moränenmaterial bestehenden Hügellandschaften steigt die Mächtigkeit stellenweise auf weit über 100 Meter.

Drumlins.

Sehr eigentümliche, in den Grundmoränenlandschaften nicht seltene Erscheinungen sind die sogenannten Drumlins[4]). Dieses sind mehr oder weniger lang gestreckte seltener rundliche Hügelrücken, die aus ungeschichtetem Grundmoränenmaterial aufgebaut sind und — mit ihrer Längsaxe der ehemaligen Bewegungsrichtung des Inlandeises parallel angeordnet — meist in grösseren Scharen auftreten. Dadurch erhält die Gegend ein eigentümliches, parallelstreifiges Aussehen, das namentlich auf guten topographischen Spezial- und Höhenkarten sehr deutlich zum Ausdrucke kommt (siehe Fig. 47) und sich vom gewöhnlichen unregelmässig-kuppigen Typus unserer hügeligen Grundmoränenlandschaften sehr auffallend unterscheidet. In ihrer Ausdehnung und Höhe variieren die Drumlins recht bedeutend, ihre Form aber weist im Grundrisse fast stets eine Ellipse auf, deren grössere Axe die kleinere bis 6, seltener bis 12 mal an Länge übertrifft; bisweilen ist der Umriss unregelmässig gelappt.

Über die Entstehung der Drumlins gehen die Ansichten der Fachleute noch auseinander. Eine der befriedigendsten nimmt an, dass sie durch Höhlungen an der Basis des Inlandeises entstanden sind, in die Grundmoränenmaterial hineingepresst worden ist. Doch gibt auch diese Hypothese auf manche einschlägige Fragen keine rechte Antwort, so dass die Entstehung der Drumlins noch eine offene Frage ist.

Die Drumlins sind bei uns verbreiteter, als bisher angenommen wurde, und bilden mehrere charakteristische Landschaften. Zuerst wurden sie von Professor Doss in der Osthälfte der

4) Dieses Wort soll irisch-keltischen Ursprungs sein. Als wissenschaftliche Bezeichnung für die in Rede stehenden Gebilde ist es zuerst von einem irländischen Geologen angewandt worden. Deutsch könnte man die Drumlins passend etwa „Wallhügel“ nennen, jedoch ist dieselbe Bezeichnung auch auf die weiterhin zu besprechenden Åsar angewandt worden.

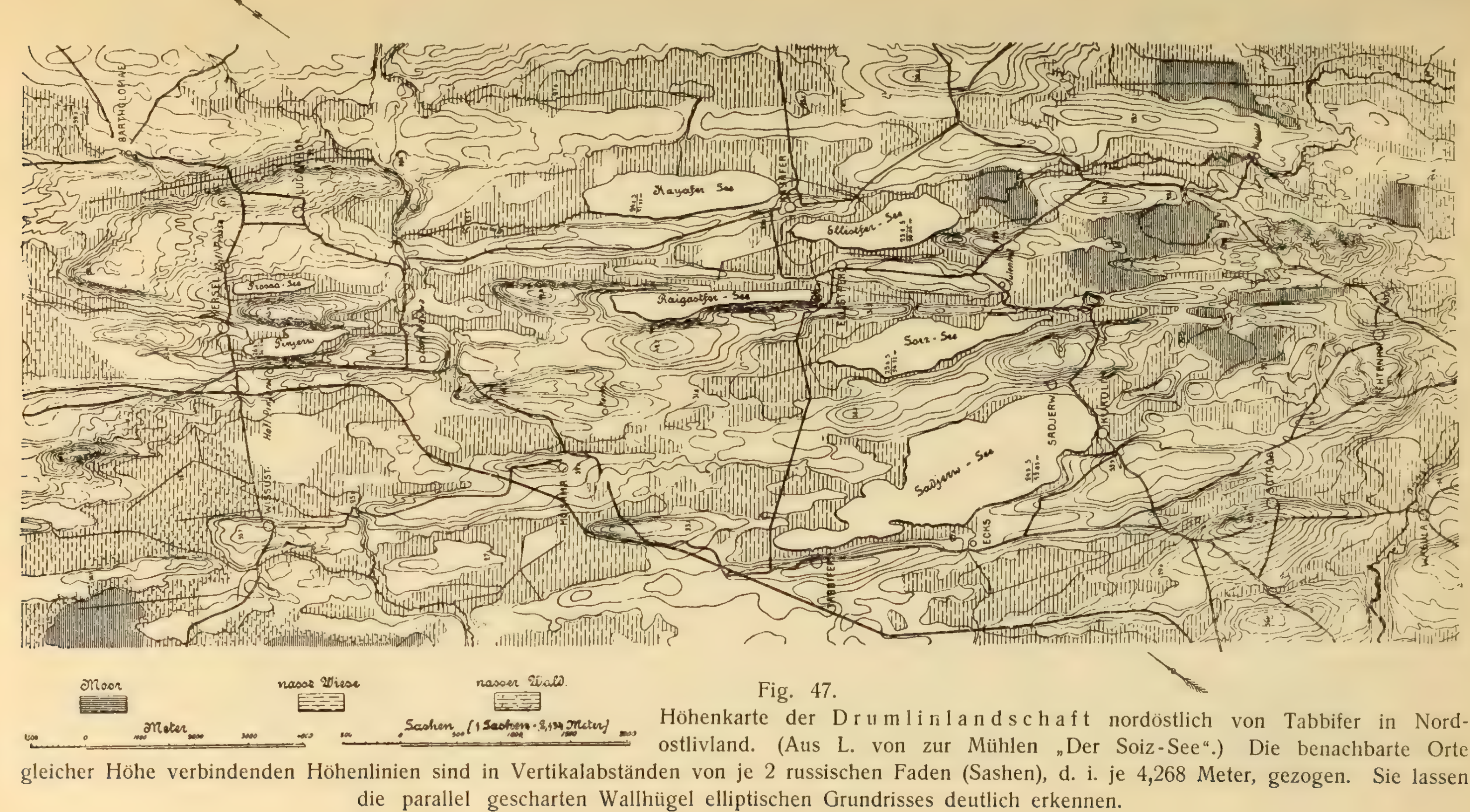


Fig. 47.
Höhenkarte der Drumlinlandschaft nordöstlich von Tabbifer in Nordostlivland. (Aus L. von zur Mühlen „Der Soiz-See".) Die benachbarte Orte gleicher Höhe verbindenden Höhenlinien sind in Vertikalabständen von je 2 russischen Faden (Sashen), d. i. je 4,268 Meter, gezogen. Sie lassen die parallel gescharten Wallhügel elliptischen Grundrisses deutlich erkennen.

Lemsal-Wolmarschen Höhen entdeckt, nachher bemerkte man, dass die ganze Hügellandschaft vom Emomägi am Südrande der Pantiferschen Höhen in Estland bis über den Embach bei Dorpat hinweg gleichfalls eine Drumlinlandschaft darstellt, die insbesondere nordöstlich von der Eisenbahnlinie zwischen Tabbifer und Laisholm sehr typisch ausgebildet ist (vergleiche unsere Textfigur 47, die auf diese Hügellandschaften bezüglichen Bemerkungen auf Seite 13 und 16 dieses Buches, die zugehörigen Stellen unserer orohydrographischen Karte und die Abbildung 24 auf Tafel XVI unseres Atlasses). Eine dritte gleichfalls sehr typische Drumlinlandschaft haben wir im Kirchspiele Klein-St. Johannis nordöstlich von Fellin. Nach einem mitten in ihr gelegenen Rittergute könnte man diese Landschaft die Soosaarsche nennen. Soosaar ist ein estnisches Wort und bedeutet „Sumpfinsel“. Diese Benennung kennzeichnet zugleich sehr treffend den Charakter dieser und der vorher genannten Drumlinlandschaften, denn die einzelnen, parallel gescharten Wallhügel erheben sich hier in der Tat inselartig aus einem einigermassen ebenen, mehr oder weniger versumpften, beziehungsweise vermoorten Terrain, dessen niedrigste Partien bei Laisholm-Tabbifer von zahlreichen, den Hügeln parallel gestreckten Seen eingenommen sind.

An allen genannten Orten ziehen die Drumlins ungefähr in nordwest-südöstlicher Richtung (genauer von N 30—40° W nach S 30—40° O). Die in Bezug auf Gesamtausdehnung sowie Grösse der einzelnen Wallhügel bedeutendste der drei genannten Landschaften ist diejenige im Nordosten Livlands. Hier erreicht zum Beispiel das Laisholm-Jenselsche Drumlin (Abb. 24 auf Taf. XVI) bei rund 11 Kilometern Länge und etwa $2^1/_2$ Kilometern Breite eine Höhe von 60 und mehr Metern über der nächsten Umgebung (148, nach anderen Messungen 144 Meter über dem Meeresspiegel). Die Drumlins zwischen Lemsal und Wolmar sind zahlreicher geschart, dafür aber kleiner, im Mittel nur 1—2 Kilometer lang und 10—15 Meter über ihre Unterlage emporragend. Die Soosaarschen dürfen die letztgenannten an Höhe wenig übertreffen, unterscheiden sich aber von ihnen durch eine gestrecktere Form; ihre Länge übertrifft die Breite oft 10 oder mehr mal.

In jüngster Zeit sind auch in Litauen wohlausgeprägte Drumlinlandschaften aufgefunden worden, nämlich südlich von Birsen und südwestlich von Shagarren (E 5 beziehungsweise D 5 unserer

politischen Karte)[5]. Es ist sehr wohl möglich, dass künftig noch andere zu entdecken sein werden.

Endmoränen.

Wie schon früher erwähnt (S. 124), sind End- oder Stirnmoränen Wälle von Geschiebematerial, das der Gletscher, beziehungsweise das Inlandeis bei seinem Vorrücken vor sich her geschoben hat. Sie erstrecken sich meist in bogenförmigen Zügen quer zur Bewegungsrichtung des Eises und sind — falls der Gletscher bei seinem letzten Rückzuge oszillierte — in mehreren parallel hinter einander liegenden Reihen zurückgeblieben. Endmoränen deuten stets darauf hin, dass der Gletscher, beziehungsweise das Inlandeis am gegebenen Orte eine Zeit lang stationär gewesen ist. Dabei wurde das Grundmoränenmaterial unter ihm vorgeschoben und lagerte sich vor seinem Rande ab. Die nachdringenden Wassermengen schleppten gerollte und gesichtete Materialien herbei, füllten auf, rissen an anderen Stellen ein, durchbrachen den sie abdämmenden Wall und schufen so sehr komplizierte Verhältnisse. Zwischen den Moränen liegen häufig Seen, vor ihnen — das heisst jenseits des ehemaligen Eisrandes — ausgedehnte Sandansammlungen, die durch Schmelzwasserströme herbeigeschaft und abgelagert worden sind.

Die in unserem Gebiete vorhandenen Endmoränen sind noch nicht genau genug studiert worden, immerhin kennen wir wenigstens ein ausserordentlich lehrreiches Beispiel. Es ist die bereits auf Seite 28—29 beschriebene kurisch-litauische Endmoräne, die in gewaltigem Bogen von Autz über Linkau bis in die Nähe von Schönberg zieht (C D E 5 unserer politischen Karte[6]). Andere Hügelzüge, die vielleicht auch als Endmoränen aufzufassen sind, weil sie quer zur Fortbewegungsrichtung des ehemaligen Inlandeises verlaufen, finden sich auf der Köpposchen Halbinsel von Dagö, an der Landstrasse zwischen Hapsal und Kegel, bei Piep an der liv-estländischen Grenze, bei Isaak, Püchtitz und Jewe in Allentacken, das heisst im östlichsten Teile Estlands.

Åsar.

Das schwedische Wort Ås (in der Mehrzahl Åsar) bedeutet einen langgestreckten Hügelrücken. In der Geologie bezeichnet

---

5) Vergl. B. Doss im Korresp.-Bl. des Naturf.-Ver. zu Riga. Bd. LIII, S. 118, 1910.

6) B. Doss im Korr.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga. Bd. LIII, S. 118—119.

man damit eigentümliche fluvioglaziale Gebilde, die nahezu in der Form künstlich aufgeschütteter Dämme der Grundmoränenlandschaft aufgelagert sind und in flussähnlichen Windungen, öfters unterbrochen, hie und da sich verzweigend, bis 50 und mehr Kilometer weit dahinziehen, wobei sie in der Regel der Richtung der ehemaligen Gletscherbewegung folgen. Sie bestehen im Gegensatz zu den Drumlins durchweg aus geschlämmtem, wohl sortiertem und in mehr oder weniger deutlichen Schichten abgelagertem Material, in dem der Kies oder Grand entschieden vorzuwalten pflegt. Deshalb werden diese Kies- oder Grandrücken, wie man sie im Deutschen bezeichnet, allenthalben, wo sie vorkommen, als treffliches Wegebaumaterial ausgebeutet.

Über die äussere Form und den inneren Bau der Åsar können uns die Abbildungen 25 und 26 auf Tafel XVII unseres Atlasses belehren. Die erste stellt den Grandrücken dar, auf dem die Schlossruine von Wesenberg liegt; rechts ist ein Stück vom Querschnitt dieses Rückens sichtbar. Die zweite der genannten Abbildungen weist uns den Längsschnitt des Rullehügels südlich von Mitau (vergl. S. 31). An beiden erkennt man bei einiger Aufmerksamkeit die horizontale Schichtung des aus Sand, Kies und Schotter bestehenden Materiales.

Die Frage nach der Entstehung der Åsar ist bisher noch eine offene. Die in betracht kommenden Theorien stimmen alle darin überein, dass es sich um Bildungen von Gletscherströmen innerhalb eines noch mit Eis bedeckten Gebietes handelt. Während die eine Ansicht auf dem Inlandeise strömende Schmelzwässer voraussetzt, in deren Eisbetten das im Eise enthaltene Schuttmaterial gerollt und abgelagert wurde, um schliesslich beim völligen Abschmelzen des Eises als wallartiger Rücken liegen zu bleiben, ist von anderer Seite die Theorie der subglazialen Bodenströme aufgestellt worden, die in geschlossenen Kanälen unter dem Eise fortströmten. Dabei soll das im unteren Teil des Eises eingeschlossene Moränenmaterial auf dem Boden abgelagert und beim Zurückschmelzen des Eises in wallartig angehäuften Ablagerungen zurückgelassen worden sein.

Diese zweite Theorie hat zwei Varianten. Die eine nimmt einen Absatz auf dem Boden der subglazialen Kanäle in der Richtung des fliessenden Wassers an. Nach der anderen bildeten sich im Gletschertor des zurückschmelzenden Eises Reihen

von Schuttkegeln, die, aufeinander folgend, sich zu langen Geröllrücken verbanden.

In unserem gesamten Gebiete gibt es Åsar, am typischsten entwickelt sind sie in den Kalk- und Dolomitregionen. Wir nennen als einzelne Beispiele für Estland den Grandrücken zwischen Kedik und Pallifer in der Wiek, die Arbaferschen Berge bei Kerweküll unweit Heinrichshof, die Hügel der Jendel-Tapsschen Gegend, die Buxhöwdenschen Berge und besonders die Wesenbergschen Kiesrücken (Abb. 25 auf Taf. XVII). In der unruhig kuppigen Grundmoränenlandschaft Mittellivlands verlieren sich die Åsar, um im Dolomitgebiet des südlichen Livland wieder aufzutreten. Hier finden wir im Kleinen, Grosen und Oger-Kanger [47, 48, 49 der oro-hydrographischen Karte] drei schon auf Seite 19—20 beschriebene Höhenzüge, die in allem echten Kangern gleichen, jedoch nicht parallel, sondern ungefähr quer zur mutmasslichen Bewegungsrichtung des ehemaligen Inlandeises verlaufen. In Kurland stellen zum Beispiel der Galgenberg bei Tuckum (S. 28), der Rullehügel südlich von Mitau (S. 31 und Abb. 26 auf Taf. XVII), der Kruschkaln bei Behnen Åsar dar. Mehrere andere sind auch in Litauen, namentlich in der Gegend zwischen Klikoln (C 5) und Ponewesh (E 6) festgestellt worden.

Möglichenfalls ist auch der gewaltige Grandrücken, der ganz Ösel von Pammerort bis gegen Swalferort durchzieht, die Ruine von einem Ås, dessen ursprüngliche Form durch nachmals stattgehabte Überflutungen der Ostsee zerstört worden ist, indem an manchen Stellen Steilufer entstanden, die gegenwärtig im Inneren des Landes liegen (vergl. S. 7), während an anderen Orten die ursprünglichen Böschungen des Höhenzuges durch die Tätigkeit der Wellen niedergelegt und ausgebreitet worden sein mögen.

Findlingsblöcke.

Mit erratischen, durch das Inlandeis herbeigeschafften Blöcken sind wir reich gesegnet; je weiter nach Norden, um so zahlreicher und grösser sind sie. Es erklärt sich dieses durch die Nähe des felsspendenden Finnland. Die Abbildungen 1 und 2 auf Tafel IV unseres Atlasses stellen zwei solche Riesenblöcke dar; zur Beurteilung ihrer Grösse kann auf der ersten Abbildung das Fahrrad, auf der zweiten der vor dem Steine stehende Mann dienen. Dieser zweite Stein hat einen Umfang von 41 Metern und ragt 3,8 Meter über den Erdboden empor. Es seien noch einige

Beispiele angeführt: Einer der imposantesten Wanderblöcke, aus finnländischem Rappakiwi (vergl. S. 100) bestehend, liegt beim Bauernhofe Tilka am Tischerschen Strande, westlich von Reval. Nach vorhandenen Abbildungen ragt er um vier Manneshöhen aus dem Erdboden hervor, seine Breite erreicht ungefähr dasselbe Mass [7]). Beim Badeort Wainopä an der estländischen Nordküste ragt ein Riesenblock 8 m aus dem Meere hervor. Auf dem Gute Saggat in Estland wird von einem Blocke berichtet, dessen Umfang 32 m beträgt. Nordöstlich von Dorpat, auf dem Gute Warrol wird ein solcher von 29 m Umfang, 4,25 m Höhe und 13,7 m grösster Länge angeführt. Zwischen den Inseln Abro und Wahasse südlich von Ösel gibt es ein paar Steinblöcke, von denen einer die Grösse und — von Norden gesehen — auch die Form einer Heuscheune hat. Bei Riga auf dem Gutsgebiet von Stubbensee finden sich zwei Riesenblöcke, von denen der eine 12 m Umfang hat, auf Allaschschem Gebiet einer von 16 m Umfang. Sehr bekannt sind auch die sogenannten Klauensteine auf dem gleichnamigen Gute bei Kokenhusen an der Düna. An der Dondangen-Pusseneekenschen Grenze im nördlichen Kurland liegt ein Stein von $6^3/_4$ Metern Länge, $3^2/_3$ Metern Breite und $3^1/_3$ Metern Höhe, sein Umfang misst 20 Meter. Im Bette des Sangeflüsschens nahe der Südgrenze Kurlands liegt beim Bauerhofe Bunke ein Steinblock von 11,8 Metern Umfang, der in dieser Entfernung vom Herkunftsorte schon zu den allergrössten gehört.

Auch Anhäufungen von erratischen Blöcken finden wir vielfach in den Ostseeprovinzen; sie sind mitunter sehr auffallend. Man findet sie häufig an der Seeküste und an den Ufern der Binnengewässer, so die niedrigen Züge der beinahe wallartig zusammengehäuften Steinblöcke an der Nordküste der kurischen Halbinsel, die Blockriffe und Steinfelder in der Umgebung des Wirzjärw und Orellensees. Es ist nicht immer von vornherein zu entscheiden, ob diese Anreicherungen der Eiszeit ihre Entstehung verdanken oder nacheiszeitlichen Erosionen, Brandungserscheinungen, Schub durch Eisschollen und dergleichen.

Bei dieser Gelegenheit sei auf den Wert und die Wichtigkeit von Geschiebesammlungen hingewiesen. Nicht nur der grosse Block finnländischer Herkunft, auch die in und auf den Moränen gefundenen kleineren Stücke, vor allem Petrefakte (Ver-

---

7) Helmersen „Studien über Wanderblöcke“ s. Literaturverz.

steinerungen) sind geeignet, Aufschlüsse über die Bewegung des Gletschers zu geben. Es sind gerade diese Geschiebe, die nebst den Schrammen in erster Linie auf die Bewegung des Eises schliessen lassen. Die Geschiebe Estlands und des nördlichen Livland stammen im allgemeinen aus Nordwest, beispielsweise ist die Landschaft Oberpahlen im Fellinschen Kreise reich an dunklen Rappakiwigraniten aus Nystad und Gneisgraniten aus der Gegend von Åbo. Das Studium der Blöcke Kurlands hat ergeben, dass sie nicht etwa aus Schweden über Gotland, sondern aus dem Gebiete des Bottnischen Meerbusens von den Ålands- und den westbaltischen Inseln herstammen.

Gletscherschrammen.

Der Wanderrichtung der Blöcke und des Geschiebes entspricht natürlich die Richtung der Schrammen, welche ja eben durch scharfkantiges Geschiebe in die felsige Gleitfläche des Gletschers eingeritzt worden sind. Beide deuten die Richtung der Gletscherbewegung an. Sie treten auf den estländisch-nordlivländischen Kalksteinen und Dolomiten häufig zutage, auf den südlivländisch-kurländischen Dolomiten kann man sie nur selten beobachten, weil das auflagernde Geschiebe zu mächtig ist. Die Richtungen der Schrammen schneiden sich vielfach unter spitzen Winkeln, weil das sie erzeugende scharfkantige Material sich in einer fortwährenden Bewegung befand, die im ganzen wohl einer Richtung folgte, im einzelnen aber durch unzählige Momente beeinflusst wurde. Die verschieden gerichteten Schrammen ergeben stets eine Mittellinie, die die Hauptrichtung der Eisbewegung angibt. Diese verläuft in unserem Gebiete im allgemeinen von Nord nach Süd, oder von Nordnordwest nach Südsüdost. (Pfeilrichtung auf Fig. 45 Seite 202.)

Richk.

Durch Zerstörung des Felsbodens infolge der Eisbewegung ist im Kalk- und Dolomitgebiet der sogenannte Richk[8]) entstanden, das ist sozusagen eine Lokalmoräne, die aus scharfkantigen Platten des am Orte anstehenden Gesteins besteht. Einen Richk, dessen einzelne Blöcke durch Verwitterung weiter zerkleinert und an den Kanten abgerundet sind, stellt unsere Abbildung 6 auf Tafel VI dar.

Rundhöcker.

Die Granit- und Gneisfelsen Finnlands und Skandinaviens sind durch das Inlandeis zu typischen Rundhöckern geformt

8) Eine estnische Bezeichnung.

und geschliffen worden (vergl. S. 123), aber auch der meist nur von einer dünnen Geschiebedecke überlagerte Kalkstein- und Dolomitboden Estlands lässt vielfach ähnliche Bildungen erkennen, die allerdings — offenbar wegen der geringeren Widerstandsfähigkeit des Kalksteins — weniger ausgeprägt sind, als die des Granit- und Gneisgebietes. Sie streichen in der Richtung der ehemaligen Eisbewegung dahin, wechseln mit muldenförmigen Vertiefungen ab, sind miteinander oft durch Barren verbunden. Mitunter sind sie gegen 10 klm lang und bis 5 klm breit. Auf ihren Rücken findet sich vielfach Richk und bei Entblössung des anstehenden Felsens erscheinen in der Regel Schrammen, alles Beweise, dass das Inlandeis diese Höcker modelliert hat. An ihren Flanken pflegt das Grundmoränenmaterial mächtiger angehäuft zu sein als auf dem Rücken. In den zwischenliegenden Mulden finden sich meist Versumpfungsgebiete. Da diese Kalkfelsrücken durch ebenfalls aus demselben Kalkfliess gebildete Querbarren verbunden sind, lassen jene Sümpfe sich nur schwer entwässern. In solchen Mulden liegen auch manche unserer Seen.

Die Höhen der länglichen Rundhöcker sind zum Ackerbau wohl geeignet, weil die in den Untergrund gelangten Gewässer an dem glatten Fels schnell abfliessen können und so eine natürliche Drainage stattfindet.

Strudellöcher.

Sehr merkwürdige Erscheinungen, die bei uns ebensowohl wie in allen anderen ehemals vergletscherten Gebieten auftreten, sind die sogenannten Strudellöcher, auch Riesenkessel oder Gletschertöpfe genannt. Das sind kreisrunde, im Inneren glattgeschliffene Löcher verschiedener Tiefe und verschiedenen Durchmessers, die, senkrecht in den anstehenden Felsengrund hinein verlaufend, gleichsam mit einem Riesenbohrer künstlich ausgebohrt zu sein scheinen. Nach unten zu verjüngen sie sich oft ein wenig. Als Beispiele seien zwei Riesentöpfe angeführt, die am Kalksteinbruche bei Lucken an der Windau entdeckt worden sind und bei einer Tiefe von 120, beziehungsweise 150 Zentimetern einen Durchmesser von 45 bis 30, beziehungsweise 30 Zentimetern hatten[9]; ferner eine Menge von Gletschertöpfen, die am Gipsbruche bei Dünhof, gleichfalls in Kurland, vorhanden sind, von denen einige mehr als 10 Meter Tiefe und noch an ihrem Grunde einige Meter im Durchmesser

9) Helmersen „Studien über die Wanderblöcke", s. Literaturverz.

aufweisen[10]). Auch im nördlichen Teile unserer Heimat sind solche Strudellöcher keine Seltenheit, sie werden hier von der estnischen Landbevölkerung „kõristaja aukud“, das heisst „Gurgellöcher“ genannt.

Ganz ähnliche Strudellöcher bilden sich auch gegenwärtig in Wasserfällen und Stromschnellen, wo Steine und Kies, durch Wasserwirbel in schnelle Drehung versetzt, auf festen Felsengrund einwirken. Ihr Vorkommen ausserhalb derzeitiger oder ehemaliger Flussbetten deutet mit Sicherheit darauf hin, dass auch da ehedem Strömungen stattgefunden haben müssen, deren Betten im Gletschereis gebildet worden waren.

Urstromtäler.

Im Zusammenhange mit der ehemaligen Vereisung unseres ganzen Landes steht auch die auffallende Erscheinung, dass manche kleine Flüsschen unverhältnismässig grosse Stromtäler besitzen. Als Beispiele seien die Abau in Kurland und die unbedeutenden Abflüsse des Fellinschen Sees in Livland genannt. Dieses kann nur dadurch erklärt werden, dass in diesen Tälern ehemals unvergleichlich grössere Wassermassen strömten, als gegenwärtig, und dieses ist zweifellos während der Abschmelzperiode der kilometerdicken Inlandeismassen der Fall gewesen. Das mächtige Urstromtal des Fellinschen Sees erkennt man leicht zwischen dem Vorder- und Hintergrunde der Abbildung 28 auf Tafel XVIII. Dieses Tal ist besonders interessant, weil es beweist, dass der Fellinsche See ehedem nicht, wie jetzt, eine Wasserscheide darstellte, sondern von einem gewaltigen Strome — ohne Zweifel in der Richtung vom Wirzjärw zur Pernauschen Meeresbucht — durchflossen wurde. Dadurch wird es wahrscheinlich, dass, auch abgesehen von der erst nach und nach erfolgten Erosion unserer gegenwärtigen Flusstäler, die Höhenverhältnisse damals andere gewesen sind, als heutzutage. In der Tat werden wir im folgenden erfahren, dass das Baltische Gebiet nach dem Ausgange der Eiszeit mancherlei ungleichmässigen Höhenschwankungen ausgesetzt gewesen ist.

Da der Boden solcher Urstromtäler oftmals uneben ist, sind nach dem Versiegen des Urstromes an den tiefsten Stellen seines Bettes nicht selten Seen zurückgeblieben. So entstehen jene Reihen von Seen, die — gewöhnlich durch ein Bächlein verbunden — an Perlenschnüre erinnern. Ein sehr auffallendes Beispiel solcher Seenketten ist auf Seite 42—43 unseres Buches

10) Doss im Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga Bd. XXXVI, S. 50, 1893.

erwähnt, ein anderes bietet die nebenstehende Kartenskizze der Raugeschen Seen im ostlivländischen Höhengebiet. Der dritte

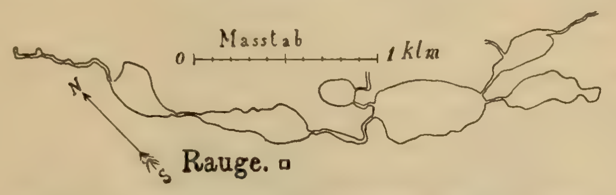


Fig. 48. Perlschnurförmige Reihe von Seen bei Rauge in Ostlivland.

der hier dargestellten Seen — von rechts her gerechnet — ist der Nixensee, der schon auf Seite 41 als tiefster See unseres Gebietes genannt worden ist.

Tierwelt.

Die Tierwelt der Diluvialperiode ist — dem rauhen Klima dieses Zeitabschnittes entsprechend — in Mittel- und Osteuropa durch das Vordringen nordischer Arten gekennzeichnet. Zu den wichtigsten und bekanntesten unter ihnen gehören das gewaltige Mamut *(Elephas primigenius)*, das wollhaarige Nashorn *(Rhinoceros tichorhinus)* und der Moschusochse *(Ovibos moschatus)*, von denen die beiden ersten bekanntlich ausgestorben sind, während der letzte zur Zeit noch in den Polargebieten Amerikas lebt. Auch in unserem Gebiete sind Reste dieser drei Tierarten gefunden worden [11]. Während der Zeit des Inlandeises war unser Land natürlich auch für diese hochnordischen Tiere völlig unbewohnbar, es bleibt daher nur möglich anzunehmen, dass sie kurz vor oder nach der Vereisung oder endlich sowohl vor- als auch nachher hier gelebt haben. Leider sind die Lagerungsverhältnisse der bekannt gewordenen Fundstellen nicht genau genug studiert worden, um über diese Frage sicheren Aufschluss zu geben. Zu gunsten der ersten Annahme spricht der Umstand, dass bisher nur sehr selten und weit verstreut ganz vereinzelte, unzusammenhängende, schlecht erhaltene Knochenfragmente dieser Tiere gefunden worden sind. Dieses lässt sich damit erklären, dass die meisten Überreste eben durch das Inlandeis zerstreut und fortgeführt worden sein mögen.

11) Vergl. Grewingk „Geologie" S. 587, ferner Hauffe im Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga XIX, S. 105, 1872; G. Schweder ebenda XXXI, 61—67, 1888; XXXII, 13, 1889; C. Grevé ebenda XXXVII, 39, 1894; P. Wasmut „Tabellarische Naturgeschichte der Säugetiere der Ostseeprovinzen" S. 62—63, Reval 1908.

B. Das Alluvium.

Einteilung.

Alluvium heisst wörtlich „das Angespülte", in der Geologie bedeutet dieses Wort die jüngste Periode, weil in dieser die Anspülung und Ablagerung von Erdreich seitens der gegenwärtigen Gewässer stattgefunden hat und noch weiter stattfindet. Im Gebiete des Baltischen Meeres kennzeichnet sich diese Periode als eine Zeit der Schollenschwankungen und ausgedehnter Transgressionen beziehungsweise Regressionen des Meeres. Wir können die Zeit in folgende vier Abschnitte teilen:

a) die Zeit des Yoldiameeres,
b) „ „ „ Anzylussees,
c) „ „ „ Litorinameeres,
d) die Gegenwart im geologischen Sinne.

Die drei ersten dieser Zeitabschnitte sind nach bestimmten Entwicklungsphasen unserer Ostsee benannt, die aus nebenstehenden Figuren 49—51 ersichtlich sind und die wir im folgenden näher kennen lernen werden. Ihre Namen sind von gewissen Leitfossilien abgeleitet.



Fig. 49. Grösste Ausdehnung des spätglazialen Yoldiameeres (nach de Geer). Die heutigen Ostseeufer liegen, je nördlicher, desto tiefer unter dem Meeresspiegel; nur im Südwesten, zwischen Jütland und den Dänischen Inseln, sowie an der mecklenburgisch-pommerschen Küste greift das Ufer seewärts über seine gegenwärtigen Grenzen hinaus. Durch Mittelschweden mit dem Mälar-, Wener- und Wettersee ist das Baltische Meer mit der Ostsee, durch die Seen Finnlands, den Ladoga- und Onegasee vermutlich auch mit dem Weißen Meere verbunden. Daher ist das Yoldiameer ein salzhaltiges Eismeer.



Fig. 50. Der Anzylussee (nach de Geer). Im grösseren nördlichen Teile liegen die heutigen Ufer immer noch unter Wasser, wenn auch weniger tief, als zur Zeit des Yoldiameeres. Im Süden sind noch breitere Streifen heutigen Meeresgrundes trocken. Die Verbindung mit dem Eismeere hat aufgehört, auch die gegenwärtigen Zugangstrassen z. Nordsee sind gesperrt, nur durch die Seen Mittelschwedens ist ein Ausfluss zur Nordsee ermöglicht. Dieser ist so eng, dass er kaum für den austretenden Ostseestrom genügt, daher ist der Anzylussee ein Süsswasserbecken.



Fig. 51. Grösste Ausdehnung des Litorinameeres (nach de Geer). Die Ufer nähern sich immer mehr den gegenwärtigen, im Süden fallen sie mit ihnen bereits fast zusammen. Mittelschweden hat sich über das Wasserniveau erhoben, dagegen ist die gegenwärtige Verbindung mit der Nordsee entstanden. Da sie etwas breiter und tiefer gewesen sein mag als heutzutage, ist das Litorinameer salziger gewesen, als unsere heutige Ostsee.

a. Die Yoldiazeit.

Yoldiameer.

Durch sorgfältige, namentlich in Schweden sehr emsig betriebene Nachforschungen hat man festgestellt, dass während der letzten Abschmelzphase des Inlandeises das Baltische Meer wesentlich ausgedehnter gewesen ist, als heute. Dieses war die Folge einer, von den gegenwärtigen Verhältnissen abweichenden Höhenlage der angrenzenden Länder. Das heutige Dänemark, Mecklenburg und Pommern lagen damals etwas höher, sodass die derzeitigen Verbindungsstrassen der Nord- und Ostsee noch enger und seichter waren, als jetzt. Dagegen lagen alle übrigen Küstenländer wesentlich tiefer und waren daher auf grosse Strecken vom Meere überflutet. Wie aus unserer Figur 49 ersichtlich, lag das ganze Niederungsgebiet der grossen schwedischen Seen unter dem Meeresspiegel und stellte eine breite Verbindung zwischen Nord- und Ostsee her. Auch der grösste Teil Finnlands war unter Wasser versenkt und wahrscheinlich bestand über das Gebiet des Ladoga- uud Onegasees hinweg eine Verbindung des Baltischen Meeres mit dem Weissen, das damals auch weit ausgedehnter gewesen sein muss, als heute. Unser Peipussee war eine Meeresbucht, die Pernausche und die Riga-Mitausche Tiefebene, desgleichen unsere ganze Strandniederung waren Meeresboden.

Die Ausdehnung dieses sogenannten Y o l d i a m e e r e s ist teils durch alte Küstenbildungen, die gegenwärtig auf dem Festlande liegen (vergleiche zum Beispiel die Seiten 26—28, 78 und 104—105), teils durch die Verbreitung des sogenannten E i s m e e r- oder B ä n d e r t o n e s festgestellt worden. Dieser Bänderton ist in unseren Strandgebieten, namentlich bei Hapsal, Pernau, Windau, und in der Mitauschen Tiefebene schön entwickelt. Am letztgenannten Orte hat er die bereits früher (S. 31) erwähnte Ziegelindustrie hervorgerufen. Es ist ein feiner, fetter Ton, der aus zahlreichen, übereinanderliegenden Schichten besteht. Jede Schicht beginnt unten mit einer helleren Färbung und geht nach oben zu allmählich in eine dunklere über, worauf ziemlich unvermittelt die nächste Schicht mit ihrem hellen unteren Streifen beginnt. Die Dicke der einzelnen Schichten schwankt zwischen einigen Millimetern und 30 Zentimetern. Sie verleihen dem Ganzen im Querschnitte ein „gebändertes“ Aussehen, daher stammt die Benennung „Bänderton“. Die einzelnen Schichten werden als Jahresschichten gedeutet, deren

Entstehung man sich folgendermassen denkt: Unmittelbar nach dem Abschmelzen des Inlandeises lag das Land jeder Vegetation bar, nackt und bloss da. Es war von ungeheuren Massen regellos angehäuften lockeren Grundmoränenmateriales überdeckt, in dem die Schmelz- und Niederschlagswässer sich ihren Abfluss bahnen mussten. Infolge dessen ging damals eine gewaltige Abspülung vor sich (vergl. S. 101) und am Grunde des Meeres, dem die Abspülungsprodukte zugeführt wurden, mussten sich Jahr für Jahr bedeutende Mengen von ihnen ablagern (S. 109—111). Insbesondere gilt dieses vom feinen Tone, während Sand und gröbere Bodenbestandteile vorzugsweise schon in den Abflüssen selbst abgesetzt worden sein mögen. Da während der damals zweifellos strengen und langdauernden Winterzeiten das Land oberflächlich gefroren und mit Schnee bedeckt war, wurde die Abspülung und damit auch die Ablagerung am Meeresgrunde alljährlich im Winter auf ein Mindestmass beschränkt, um im nächsten Frühjahr ziemlich plötzlich mit besonderer Macht wieder einzusetzen.

Es versteht sich, dass man die Spuren der Uferlinie des ehemaligen Yoldiameeres nicht lückenlos hat verfolgen können; das ist aber zur Feststellung seiner Grenzen auch gar nicht nötig, denn da man weiss, dass jede Uferlinie stets auf gleichbleibendem Niveau verläuft, braucht man nur einige nicht zu weit von einander entfernte Punkte des gesuchten Ufers zu kennen, um sie durch entsprechende Höhenlinien (Niveaukurven) zu ergänzen. In dieser Weise ist auch die Ausdehnung des spätglazialen Yoldiameeres festgestellt worden. Dabei hat sich jedoch gezeigt, dass seine Ufer keineswegs überall in ein und demselben Höhenabstand vom heutigen Ostseespiegel gelegen haben. Vielmehr sind sie — wie schon erwähnt und aus Figur 49 ersichtlich — im Südwesten tiefer, im Norden dagegen höher gewesen. Dazwischen verläuft über die Nordspitze Jütlands, durch die Insel Seeland, parallel der deutschen Ostseeküste, über Memel nach Pleskau eine Grenzlinie, die damals auf derselben Höhe gelegen zu haben scheint, wie heutzutage. Je weiter nach Norden von dieser Grenzlinie, desto mehr hat das Land sich seit jener Zeit gehoben. Im Gebiete des Bottnischen Busens findet man Uferbildungen des Yoldiameeres bis 275 Meter über dem heutigen Ostseespiegel[12]). Aus diesem Grunde liegt

12) Nach M u n t h e „Studies in the late-quaternary history of southern Sweden“ im Livret-Guide des excursions en Suède du XI-e Congrès géologique international. Stockholm 1910.

die Uferlinie des Yoldiameeres auch bei uns nicht überall auf gleicher Höhe: Auf der Insel Hochland im finnischen Meerbusen hat man sie 86 Meter über dem heutigen Ostseespiegel gefunden; an der Nordwestküste Estlands dürfte sie ungefähr mit der Höhenlinie von 75 Metern zusammenfallen, in der Umgebung Pernaus mit derjenigen von 50, nördlich von Riga und bei Libau mit der von 25 Metern. Die Verbindungslinien von Punkten, die damals um den gleichen Betrag höher gelegen haben als gegenwärtig, verlaufen durch unser Gebiet ungefähr in der Richtung von Westsüdwest nach Ostnordost.

Infolge seiner breiten Verbindung mit der Nordsee und dem Weissen Meere war das Yoldiameer zweifellos ebenso salzig wie jene, also viel salziger, als unsere heutige Ostsee (S. 85—86). Die unmittelbare Nachbarschaft des nur langsam schwindenden Inlandeises, das zeitweise die nördlichen Ufer dieses Beckens gebildet haben muss, verlieh ihm den Charakter eines Eismeeres, in dem zahlreiche, von den ins Wasser reichenden Gletscherzungen losgebrochene Eisberge umherschwammen (vergl. S. 123). Die Spuren dieser Eisberge meint man im Bändertone daran erkannt zu haben, dass dessen regelmässige Schichtung hin und wieder zerstört, wie durch einen Riesenpflug aufgewühlt erscheint, was sich in natürlichster Weise durch das Schürfen schwimmender Eisberge am Boden seichter Meeresteile erklärt.

Klima, Fauna und Flora.

Das Klima unseres Landes muss nach dem Dargelegten zu damaliger Zeit ein hochnordisches gewesen sein. Dieses findet seine Bestätigung in allen bisher gefundenen Resten von Lebewesen aus jener Periode. Als Leitfossil für die Ablagerungen des Yoldiameeres, das diesem und seiner ganzen Zeit den Namen verschafft hat, gilt in Schweden die Muschel *Yoldia arctica* (Fig. 52), die heute noch in den arktischen Gewässern Europas vorkommt, in der Ostsee hingegen inzwischen ausgestorben ist. Bei uns zu Lande sind Reste der *Yoldia* selbst zwar noch nicht gefunden worden, nichtsdestoweniger ist die Identität unseres Bändertones mit dem sogenannten Yoldiatone Schwedens nicht zu bezweifeln. Zugleich mit der *Yoldia arctica* wanderten auch andere hochnordische Meeresbewohner in das Ostseebecken ein, von denen die einen, gleich ihr, nachher ausgestorben sind, andere dagegen noch heute hier einen von ihrem übrigen Verbreitungsgebiete völlig abgetrennten Wohnort haben. Dieses gilt zum Beispiel von der Meer- oder Klappassel *(Idothea ento-*

mon, Fig. 53), die wohl allen Bewohnern und regelmässigen Besuchern unseres Strandes bekannt ist. Auch die grönländische Robbe *(Phoca groenlandica)* ist wohl um diese Zeit in unser Baltisches Meer gelangt. Wie ein Fund von Knochen



Fig. 52. *Yoldia arctica* Natürliche Grösse.

Fig. 53. *Idothea entomon*, Klapp-od. Meerassel. Etwas verkl.

dieses Tieres im Rinnehügel am Burtnecksee beweist, ist es noch zur sogenannten Steinzeit (siehe den Abschnitt über Archäologie) ein Bewohner unserer Gewässer gewesen, gegenwärtig fehlt es in den östlichen Teilen des Baltischen Meeres völlig.

Die Tierwelt des Landes muss damals ebenfalls dem arktischen Klima angepasst gewesen sein. Ohne Zweifel ist zum Beispiel das Rentier, dessen Reste in unserer Heimat wiederholt in nacheiszeitlichen Bodenablagerungen gefunden worden sind[13], eben um jene Zeit hier eingewandert und beim nachmaligen Wärmerwerden unseres Klimas nach Norden hin davongezogen. Dem Ren folgte wohl der Vielfrass *(Gulo borealis)*, der übrigens noch vor etwa 130 Jahren als „nicht seltener" oder gar „häufiger" Bewohner unseres Gebietes angegeben worden ist[14].

Auch die ersten pflanzlichen Einwanderer, die wohl bald nach dem Abschmelzen des Inlandeises den nackten Boden unseres Landes zu besiedeln begannen, waren Vertreter einer hochnordischen Flora. Besonders charakteristisch ist unter ihnen die schmucke Silberwurz *(Dryas octopetala)*, deren zierliche Blättchen in den unmittelbar der Grundmoräne aufliegenden Tonen und Sanden so häufig gefunden werden, dass man diese Vege-

---

13) G. Schweder (sen.) „Der Rentierfund bei Olai und andere baltische Cervidenfunde." Korresp.-Bl. des Naturf.-Ver. zu Riga IL, 17—39, 1906.

14) Nämlich von Fischer und von Hupel, vergleiche das Literaturverzeichnis am Schlusse des Abschnittes über unsere Tierwelt.

tationsperiode kurzweg die „Dryasperiode" genannt hat. In Gesellschaft der Silberwurzreste finden sich stets auch Blätter, Kätzchenschuppen und die winzigen zweiflügeligen Früchtchen der Zwergbirke *(Betula nana)*, Blättchen und Fruchtkapseln der netzblättrigen und der Polarweide (Fig. 54) und mancher anderer nordischen Pflanzen. Einige von ihnen, wie zum Beispiel die Zwergbirke, gehören noch heute unserer einheimischen Pflanzenwelt an, andere sind hier ausgestorben und werden entweder — wie die Polarweide — nur noch in arktischen Gebieten, oder aber — wie die Silberwurz und die netzblättrige Weide — ausserdem auch in den ebenso unwirtlichen Hochgebirgsregionen Mitteleuropas angetroffen.



Fig. 54. Blätter einiger Pflanzen der kalten Periode, und zwar: *a)* Silberwurz *(Dryas octopetala)*, *b)* Zwergbirke *(Betula nana)*, *c)* Polarweide *Salix polaris)*, *d)* Netzblätterige Weide *(Salix reticulata)*. Natürliche Grösse.

Bisher sind folgende Lagerstätten arktischer Pflanzenreste in unserer Heimat gefunden worden: In Estland bei Kunda. In Livland bei Samhof und Kinzli unweit Hellenorm, bei Pingo und Wieratz unweit Fellin, sowie im Olaischen Forst unweit Riga. In Polnisch-Livland bei Rositten (Reshiza) und Stutschewo sowie bei Kraslau (Kreslawka). In Kurland in den Lehmgruben mehrerer Ziegeleien in der Mitauschen Tiefebene. Es unterliegt keinem Zweifel, dass bei systematischem Suchen an allen geeigneten Orten ähnliche Funde gemacht werden könnten.

Das reichhaltigste dieser Lager ist das der Ziegelei beim Gute Titelmünde unweit Mitau. Hier fanden sich nicht weniger als 32 arktische Pflanzenarten, dazu Reste verschiedener nordischer Käfer. Sehr interessant ist ferner der erwähnte Fundort im Olaischen Forst, weil dort im Jahre 1903 beim Graben eines Entwässerungskanals das Geweih eines Riesen-Renntieres und in den dasselbe einschliessenden Sandschichten Reste arktischer Pflanzen gefunden worden sind. Ausserordentlich lehrreich ist endlich der Fundort bei Kunda, da hier im Erdboden in einiger Höhe über dem arktischen Pflanzenlager menschliche Steinwerkzeuge aus der jüngeren Steinzeit zutage gefördert wurden, was beweist, dass jene primitiven Urbewohner unser Land erst geraume Zeit nach der arktischen Vegetationsperiode bevölkert haben.

b. Die Anzyluszeit.

Anzylussee.

Eine allmähliche Hebung der Ostseeländer bewirkte, dass die Meerengen zwischen den dänischen Inseln völlig verlandeten, dass die Verbindung des Baltischen Meeres mit dem Weissen aufhörte und dass auch der breite Meeresarm im schwedischen Seengebiete bis auf eine schmale und seichte Wasserstrasse verschwand. Diese reichte wohl aus, um dem Baltischen Becken einen Abfluss zu gewähren, der der Menge des ihm zuströmenden Flusswassers entsprach, konnte aber dem Salzwasser des Weltmeeres keinen Zutritt ins Baltische gewähren (Fig. 50 auf Seite 223). Dieses verwandelte sich somit in einen Binnensee von gewaltiger Grösse und es trat das ein, was wir schon früher als notwendige Folge solcher Verhältnisse erkannt haben (S. 85 nebst Fussnote): Das Salzwasser des Ostseebeckens floss ab und wurde durch süsses Flusswasser ersetzt. Der ursprünglich salzige Binnensee verwandelte sich in einen süssen.

Dass dem so war, beweisen mit Sicherheit die Ostseeablagerungen aus dieser Zeit. Sie enthalten nämlich keinerlei Spuren von Lebewesen, die streng an das Leben im Salzwasser gebunden sind, dagegen aber neben derartigen, die sowohl in Salz- als auch in Süsswasser leben können, namentlich auch solche, die ausschliesslich auf süsses Wasser angewiesen sind. Unter diesen ist in erster Linie die kleine Schnecke *Ancylus fluviatilis* (Fig. 55) als Leitfossil zu nennen, von dem die Benennung des beschriebenen süssen Binnensees und der ganzen, ihm entsprechenden geologischen Periode abgeleitet worden ist. Diese kleine Schnecke lebt noch gegenwärtig im nördlichen Teile Europas, auch in unserem Gebiete, jedoch nur in völlig süssem Flusswasser. Wir müssen daher annehmen, dass das Wasser des ehemaligen Anzylussees ebenfalls salzfrei war. Neben dem genannten Leitfossil, und meist zahlreicher als dieses, kommen in den Sedimenten desselben Süsswasserbeckens noch andere Süsswasserkonchylien vor, zum Beispiel *Limnaea (Gulnaria) ovata*, *Limnus stagnalis*, *Bythinia tentaculata*, *Planorbis (Tropodiscus) marginatus*, *Pisidium*-Arten und andere.



Fig. 55. *Ancylus fluviatilis* von der Seite und von oben. 3 mal vergrössert.

Entsprechend der Zeit und der Höhenlage des Anzylussees liegen seine Ablagerungen überall über denen des Yoldiameeres, reichen aber landeinwärts nicht so hoch hinauf wie diese. Der

erste, der Reste dieser merkwürdigen Süsswasserfauna in alten Strandwällen des baltischen Gebietes, und zwar Estlands, aufgefunden hat, ist der Altmeister unserer geologischen Forschungen, weiland Akademiker Friedrich Schmidt gewesen. Ausgedehnte Untersuchungen in allen Ostseeländern haben dann die oben dargelegten Ergebnisse gezeitigt. Bei uns hat man Ablagerungen des Ancylussees bisher vielfach im Strandgebiete Estlands (bis etwa 40 m hoch), auf Dagö und Ösel (gegen 30 m hoch), bei Windau (unter dem Meeresspiegel) und in der Riga-Mitauer Tiefebene festgestellt.

Klima, Flora und Fauna.

Von dem Klima der Anzyluszeit müssen wir annehmen, dass es allmählich immer milder wurde. Das lässt sich einerseits daraus folgern, dass dieser Zeit die kältere Yoldiaperiode vorausging und die wärmere Litorinazeit folgte; andrerseits wird es durch die Aufeinanderfolge immer wärmebedürftigerer Pflanzenarten bewiesen, deren Reste in Ablagerungen dieser Zeit gefunden werden.

Den Lagerungsverhältnissen gemäss ist es nicht unwahrscheinlich, dass einige der auf Seite 228 erwähnten ostbaltischen Fundstätten arktischer Pflanzen schon dem Beginne der Anzyluszeit angehören. Das gilt namentlich von dem reichsten, bei Titelmünde entdeckten Pflanzenlager, weil hier, mit arktischen Pflanzenresten vermengt, auch solche gefunden worden sind, die auf ein bereits etwas milderes Klima hinweisen. So zum Beispiel Kätzchenschuppen unserer Ruchbirke *(Betula odorata Bechst.* od. *B. pubescens Ehrh.)* sowie Blätter einiger, nicht gerade dem höchsten Norden angepasster Weidensträucher *(Salix arbuscula L., S. hastata L.* und *S. phylicifolia L. = S. bicolor Ehrh.)*, deren letzte noch gegenwärtig in Estland und Nordlivland verbreitet ist. Es scheint demnach, dass in unserem ostbaltischen Gebiete, ebenso wie im westbaltischen, nämlich Schweden, und nordbaltischen, das ist Finnland, Birken die ersten Bäume gewesen sind, die hier nach Ablauf der Eiszeit wieder Wälder zu bilden begannen. Ihnen ist als vorherrschender Waldbaum die Kiefer gefolgt und gegen Ende der Anzyluszeit dürfte die Eiche eingewandert sein. Diese Aufeinanderfolge, die in Schweden durch ausgedehnte Untersuchungen fossilführender Bodenablagerungen der Quartärperiode sicher festgestellt ist, deutet eine allmähliche Milderung des Klimas an.

Mit den Wäldern wanderten auch die Waldtiere in unser Gebiet ein. Ausser dem heute noch vorhandenen Riesen unserer

Tierwelt, dem gewaltigen Elch, auch solche, die nachher wieder ausgestorben oder aber durch den Menschen ausgerottet worden sind. So der Wisent (*Bison europaeus L.)*, der gegenwärtig nur noch im Bjelowesher Waldgebiete Polens und in einigen Tälern des Kaukasus frei lebend anzutreffen ist, und der nicht mit ihm zu verwechselnde, hernach völlig ausgestorbene Auerochse oder Urstier *(Bos primigenius Bojan.)*. Von beiden sind Knochenreste auch in unserer Heimat gefunden worden, ausserdem deuten alte Ortsnamen und Sagen darauf hin, dass diese Tiere hier noch Zeitgenossen des Menschen gewesen sind. Den genannten Wiederkäuern folgten ihre grimmen Feinde, Wolf und Bär.

c. Die Litorinazeit.

Litorinameer.

Rings um den nördlichen und mittleren Teil des Anzylussees fuhr das Land immer weiter fort langsam aus den Fluten emporzusteigen, die südlichen Ufer dieses Süsswasserbeckens hingegen begannen sich zu senken. So tauchte die mittelschwedische Seenlandschaft hervor und unterbrach den hier befindlichen Abfluss des Anzylussees, dafür bildeten sich die heutigen Wasserstrassen im dänischen Archipel (Fig. 51 auf S. 223). Man hat Anzeichen dafür entdeckt, dass diese Wasserstrassen damals breiter und tiefer gewesen sind, als heutzutage, so dass durch sie mehr Nordseewasser in das Ostseebecken eintreten konnte, als gegenwärtig (vergl. S. 85—86). Unser Meer war deshalb zu jener Zeit salziger, vielleicht auch wärmer, als jetzt. Dieses wird dadurch bewiesen, dass in den Meeresablagerungen jener Periode Reste von Tieren gefunden werden, die an Salzgehalt und Wärme des Meerwassers höhere Ansprüche stellen. So gedeiht zum Beispiel die Schnecke *Litorina litorea* (Fig. 56) heutzutage in der Nordsee allenthalben und in normaler Grösse, während in der Ostsee, und zwar bloss in deren salzhaltigeren südwestlichen Teilen nur eine kümmerliche Zwergform von ihr vorkommt. Zur Litorinazeit war dieses Tier — oder wenigstens seine Zwergform — in unserer Ostsee so verbreitet, dass man dieses ganze Meer und diese ganze Zeit eben nach ihm, als dem Leitfossil, benannt hat. Sehr häufig sind in den Ablagerungen des Litorinameeres

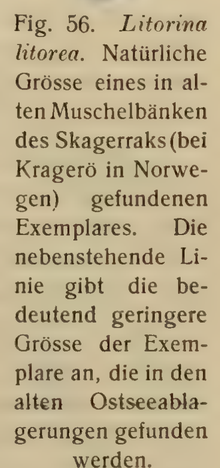


Fig. 56. *Litorina litorea.* Natürliche Grösse eines in alten Muschelbänken des Skagerraks (bei Kragerö in Norwegen) gefundenen Exemplares. Die nebenstehende Linie gibt die bedeutend geringere Grösse der Exemplare an, die in den alten Ostseeablagerungen gefunden werden.

auch die Herzmuschel *(Cardium edule)*, die baltische Muschel *(Tellina baltica)*, die Miesmuschel *(Mytilus edulis)*, die Sandmuschel *(Mya arenaria)* und manche andere, die gegenwärtig zwar an allen Küsten unserer Heimat angetroffen werden, jedoch in bedeutend kleineren, dünnschaligeren, gewissermassen verkümmerten Formen. Auch diese Erscheinung bestätigt die Annahme eines höheren Salzgehaltes im Litorinameere (vergl. S. 89 nebst Fussnote 23).

Das Litorinameer umfasste immer noch den Ladoga- und Onegasee, denn in alten Uferwällen oberhalb deren gegenwärtigem Wasserspiegel sind die Leitfossilien dieses Meeresbeckens gefunden worden. Der Peipussee ist aber wohl schon früher von der Ostsee abgetrennt worden. An der Insel Hochland im finnischen Meerbusen hat man Spuren des Litorinameeres 38 m über dem heutigen Niveau der Ostsee entdeckt, östlich von Wiborg in Finnland dreissig und einige Meter hoch. In Estland, sowie auf den Inseln Dagö und Ösel reichen gleichaltrige Meeresablagerungen 18 bis 24, auf der Halbinsel Sworbe jedoch nur etwa 10 Meter hoch. Bei Pernau sind sie 5, am Rigaschen Strande $1^1/_2$–2 Meter über dem Meeresspiegel festgestellt worden und auf dem sogenannten Roten Zirkel, der schmalen Nehrung zwischen dem Angernsee und dem Livländischen Meerbusen, finden sich wenige Fuss über dem Ostseespiegel ausgedehnte Muschelbänke mit auffallend grossen Herzmuschelschalen *(Cardium edule)*, die wohl auch aus der Litorinazeit herstammen dürften. Bei Windau erwiesen sich die Litorinaablagerungen teils etwas über, teils unter dem Meeresniveau.

Klima, Flora und Fauna.

Das Klima der Litorinaperiode hat jedenfalls sowohl das der vorhergegangenen Zeitabschnitte des Quartärs, als auch das der Gegenwart an Wärme übertroffen. Das erste erkennt man daran, dass nachweislich während dieser Periode in den baltischen Ländern mancherlei Pflanzen eingewandert sind, beziehungsweise sich weit verbreitet haben, die bis dahin des kühlen Klimas wegen fehlten; das zweite wird dadurch bewiesen, dass einige dieser Pflanzen sich nachträglich wieder auf südlichere Verbreitungsgrenzen zurückgezogen haben. So hat man zum Beispiel in Schweden und Finnland bis über den 60-sten Grad geographischer Breite hinaus am Grunde zahlreicher ehemaliger Seen die eigentümlichen Früchte der Wassernuss *(Trapa natans)*, Fig. 57 gefunden und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass sie an

ähnlichen Orten auch in unserem Gebiete noch zu finden sein werden. Heutzutage hingegen folgt die nördliche Verbreitungsgrenze dieser merkwürdigen Wasserpflanze ungefähr dem 53-sten Breitengrade durch Deutschland und Mittelrussland, wobei dieser Nordgrenze im Immelsee an der Südküste Schwedens und im Klauzansee bei Jakobstadt in Kurland (beim Dreieckszeichen auf der Vegetationsskizze in unserem Atlasse) unter $56^1/_4$, beziehungsweise $56^1/_3$ Grad nördlicher Breite je ein ganz vereinzelter Standort vorgelagert ist, an dem die Wassernuss sich bis auf unsere Tage lebend erhalten hat. Ähnlich verhält es sich mit einer anderen, unscheinbareren Wasserpflanze, dem glatten Igellock *(Ceratophyllum submersum)*, dessen leicht kenntliche Früchte ungefähr in derselben Verbreitung, wie die der Wassernuss, unter anderem auch in der Nähe Rigas (Zeichen × auf der Vegetationsskizze im Atlasse) fossil gefunden worden sind, während diese Pflanze gegenwärtig nordöstlich von einer durch Südschweden, Ostdeutschland und Litauen verlaufenden Grenzlinie nicht mehr lebend vorkommt[15]).



Fig. 57. Frucht der Wassernuss *(Trapa natans)*. Natürliche Grösse.

Ein sehr verbreiteter, vielleicht sogar an manchen Orten der vorherrschende Waldbaum war in jener Zeit die Eiche. Stubben und uralte Stämme dieses Baumes findet man vielfach an Orten, wo er jetzt fehlt oder nur vereinzelt anzutreffen ist[16]).

Der schwedische Forscher Gunnar Andersson hat festzustellen vermocht, um wieviel die Mitteltemperatur der Vegetationsperiode zu einer gewissen, in die Litorinaperiode fallenden Zeit höher gewesen ist, als gegenwärtig[17]). Durch eine grosse

---

15) Die Angaben des glatten Igellocks *(Ceratophyllum submersum)* für die ostbaltische Flora, die sich in unseren Florenwerken befinden, beruhen allesamt auf Verwechselung dieser Pflanze mit dem, bis auf die Früchte sehr ähnlichen rauhen Igellock *(Ceratophyllum demersum)*, der hier häufig ist.

16) Vergl. z. B. A. v. Löwis „Über die ehemalige Verbreitung der Eichen in Liv- und Estland", Dorpat 1824. Noch in jüngster Zeit ist man bei Addafer in der Oberpahlenschen Gegend beim Anlegen eines Entwässerunggrabens auf Spuren eines ehemaligen Eichenwaldes gestossen.

17) G. Andersson „Hasseln i Sverige fordom och nu" in „Sveriges geolog. undersökn. publ." Ser. C a № 3, 1902.

Menge von Fundstellen fossiler Haselnüsse in den Mooren Schwedens war er nämlich im Stande nachzuweisen, dass die ehemalige nördliche Verbreitungsgrenze des Haselstrauches einer um $2^1/_2$ Grad niedrigeren Mitteltemperatur entspricht, als die gegenwärtige. Da natürlich nicht zu glauben ist, dass der Haselstrauch sein Wärmebedürfnis inzwischen gesteigert haben sollte, muss man annehmen, dass die Mitteltemperatur zu jener Zeit an der damaligen Nordgrenze dieses Strauches dieselbe war, wie heutzutage an der gegenwärtigen, dass also damals die Mitteltemperatur der Vegetationsperiode im ganzen Lande die heutige um $2^1/_2$ Grad Celsius übertraf.

Auch mehrere Tiere, die gegenwärtig nur in wärmeren Gegenden hausen, sind — wie Knochenfunde beweisen — damals Bewohner unserer Heimat gewesen. Dieses gilt zum Beispiel vom Biber, Wildschwein und Edelhirsch. Besonders bemerkenswert ist der zuletzt genannte, denn während die beiden anderen noch bis ins 19-te Jahrhundert zu den hier einheimischen Tieren gehörten, war dieser schon früher ausgestorben. Zwar wird der Edelhirsch in unserem Gebiete — namentlich in Kurland — hie und da als Parkwild gehalten, auch ist er in den Forsten des Rigaschen Stadtgutes Borkowitz am Unterlaufe der Düna so gut wie ganz verwildert, jedoch würden diese Tiere die gelegentlich recht langen und schneereichen Winter unseres gegenwärtigen Klimas schwerlich überstehen, wenn für ihre Fütterung nicht gesorgt werden würde. Dagegen war der Edelhirsch zur Zeit der ältesten menschlichen Bewohner unserer Heimat ohne deren Zutun wohl bis Nordlivland verbreitet, da an mehreren Stellen Südlivlands, am Burtnecksee und auch bei Pernau Geweihstücke dieses schönen Tieres gefunden worden sind[18]).

In Schweden ist es gelungen, die ältesten Perioden menschlicher Kultur mit befriedigender Sicherheit auf die jüngsten erdgeschichtlichen Perioden zu beziehen. Es hat sich dabei ergeben, dass die ersten Spuren des Menschen in Skandinavien, die berühmt gewordenen „Küchenabfallhaufen" (Kjökkenmöddinger) Dänemarks und Schwedens, zeitlich mit der weitesten Ausdehnung des Litorinameeres zusammengehören. Für unser

18) G. Schweder, vergl. Fussnote 13 auf Seite 227. Ferner E. Glück „Uber neolithische Funde in der Pernau" und „Anhang" in den Sitzungsber. d. Altertumsforsch. Gesellsch. zu Pernau 1903—1905, Bd. IV, S. 259—318 u. I—XLVIII.

Gebiet wird man die Einwanderung des Menschen wohl an das Ende der Litorinaperiode verlegen dürfen, weil die bisher bekannten Überreste der ältesten menschlichen Siedelungen unseres Gebietes, der jüngeren Steinzeit angehörend, Knochen des Wildschweins, Bibers und Edelhirsches enthalten, Tiere, die sich wohl nur zur Litorinazeit hier verbreitet haben können [19].

d. Die geologische Gegenwart.

Gewohnt mit ungeheuren Zeiträumen zu rechnen, zählt der Geologe ungefähr die ganze historische Zeit zur erdgeschichtlichen Gegenwart. Den Übergang von der geologischen Vergangenheit zur Jetztzeit müssen wir uns natürlich ebenso allmählich und stetig vorstellen, wie denjenigen von jeder anderen geologischen Periode zur nächstfolgenden. In dieser jüngsten Übergangszeit haben sich alle natürlichen Verhältnisse auf ihren gegenwärtigen Zustand eingestellt: Das Baltische Meer und die Binnenseen zogen sich zwischen ihre heutigen Ufer zurück, die Flüsse arbeiteten sich ihre derzeitigen Betten aus, das Klima, die Pflanzen- und Tierwelt nahmen ihre jetzige Beschaffenheit an. Aber auch in diesen unseren Tagen sind die Kräfte, die unsere Erdoberfläche gestalten und umformen, keineswegs in Ruhe. Diejenigen ihrer Wirkungen, die zum Verständnis des Vorhergehenden als bekannt vorausgesetzt werden mussten, haben wir bereits im fünften Abschnitte dieses Buches behandelt, es erübrigt noch, einige andere Erscheinungen zu besprechen, insbesondere die Einwirkung des Windes, der Pflanzen- und Kleintierwelt, sowie des Menschen auf den Erdboden, soweit diese bei uns zu Lande beobachtet werden kann.

Dünen.

Schon früher (auf Seite 79 u. 80) haben wir uns vergegenwärtigt, wie am Sandstrande Welle um Welle immer neuen Sand ans Ufer spült, wie dieser an der Luft trocknet und dann von dem an allen Küsten vorherrschenden Seewinde landeinwärts geweht wird. Bei jedem heftigen Sturme sieht und fühlt man deutlich dieses Dahinwehen des Sandes, das einem Schneetreiben im Kleinen nicht unähnlich ist. Wenn der dahintreibende Sand kein Hindernis findet, breitet er sich in unregelmässig gewellter Fläche aus. So entstehen die ausgedehnten Sandflächen,

19) Näheres im archäologischen Abschnitte dieses Werkes.

die wir zum Beispiel bei Riga und Bolderaa, in der Umgebung Libaus, Windaus und an vielen anderen Strandorten finden.

Ganz anders verhält sich's da, wo der Wind ein Hindernis, etwa in Gestalt eines Zaunes, Gebüsches, Gehöftes oder Waldrandes antrifft. Hier staut sich der Luftstrom derart, dass sich unmittelbar vor dem Hindernis eine verhältnismässig ruhige Luftmasse, eine Art Luftpolster ausbildet, während alle nachdrängenden Luftteilchen gezwungen werden, je nach der Gestalt des Hindernisses seitwärts oder nach oben hin auszuweichen. Diese gewissermassen aufdämmende Wirkung von Windwehren kann man an steilen Meeresküsten bei Seewind sehr deutlich beobachten. Am Abhange selbst, der doch dem Winde unmittelbar ausgesetzt erscheint, spürt man ihn fast gar nicht, da man sich eben in der nahezu ruhenden Luftstauung befindet; tritt man aber an die obere Kante des Steilufers, so fühlt man sich alsbald mit vielmals gesteigerter Gewalt vom Winde angepackt. Dieselbe Aufstauung des Windes können wir auch an den Ablagerungen des Sandes, noch leichter an den bekannten Schneewehen erkennen, die sich bei jedem Sand- beziehungsweise Schneesturm vor geeigneten Hindernissen anhäufen. Da der Wind, das ist die fortbewegende Kraft, schon etwas vor dem Hindernisse sich staut, muss auch der mitgeführte Sand oder Schnee eben hier zur Ruhe kommen, sich also in der durch Form und Grösse des Hindernisses, Stärke und Richtung des Windes bedingten Form am Boden anhäufen. Wehen nun — wie es an den Küsten zu sein pflegt — Sandstürme oft aus ungefähr gleicher Richtung, so türmen solche Sandanhäufungen, die sogenannten D ü n e n, nach oben und hinten hin zunehmend, sich immer höher an, bis sie nahezu die Höhe des gegebenen Hindernisses erreichen. Von diesem Zeitpunkte an tritt eine neue Erscheinung ein, die Düne beginnt zu w a n d e r n, gegen das Hindernis vorzuschreiten, indem sie es nach und nach unwiderstehlich überschüttet.

Das Wandern der Dünen kommt dadurch zu stande, dass ihr nach wie vor in der Richtung des herrschenden Windes Sand zugeführt wird, der aber nun sich nicht mehr höher auftürmen kann, weil der Kamm der Düne bereits die Höhe überschritten hat, bis zu der die Stauwirkung des Hindernisses reicht. Infolgedessen streicht der Wind, Sandmassen mit sich führend, an der L u v s e i t e, das heisst ihm zugekehrten Seite der Düne hinan und über ihren Kamm hinweg. An diesem Kamme sin-

ken die mitgewehten Sandkörnchen herab, da sie zu schwer sind um dauernd durch die Luft transportiert werden zu können, fallen auf die Leeseite, das heisst vom Winde abgewandte Seite der Düne, und kollern hier bergab. So wird Korn um Korn über die ganze Düne vorwärts geführt.

Aus dieser Entstehungsweise der Wanderdünen ergibt sich, dass sie nur da entstehen, wo sich der Sandbewegung ein Hindernis entgegenstellt, dass ihre Höhe und Ausdehnung stets derjenigen eben dieses Hindernisses ungefähr gleich zu kommen pflegt, und dass die Luvseite der Wanderdüne sanft ansteigen, ihre Leeseite hingegen unter dem Böschungswinkel abfallen muss, den der gegebene Sand eben einzuhalten vermag, ohne hinab zu kollern oder zu rutschen.

Wanderdünen sind an unseren Sandsträndern sehr verbreitet, die bedeutendsten befinden sich im Innenwinkel des Livländischen Meerbusens, weil die drei grossen, hier mündenden Ströme, Düna, Liv- und Kurländische Aa, besonders viel Sand ins Meer hinausspülen, der dann wieder ausgeworfen und zu Dünen aufgetürmt wird (vergl. S. 14). Eine Wanderdüne aus dieser Gegend stellt unsere Abbildung 20 auf Tafel XIV des Atlasses dar; von ihrer Grösse gibt die auf ihr sichtbare menschliche Figur eine Vorstellung. Man erkennt, dass der Dünenkamm ungefähr die Wipfelhöhe der Waldbäume erreicht und diese — allmählich vorschreitend — bis oben zu verschüttet. Im Vordergrunde sieht man einige halbverdorrte und geknickte Baumwipfel eben noch aus den gewaltigen Sandmassen hervorragen, noch ein paar Jahre und auch diese werden im Sande begraben sein; wieder einige Jahre später wird die Düne noch weiter gewandert sein und die verdorrten Leichen dieser Bäume werden an der sanft abgedachten — im Bilde nicht sichtbaren — Luvseite der Düne wieder zum Vorscheine kommen, ein trostloses Bild der Verwüstung ehemaliger Waldespracht darbietend, das sehr passend als „Baumfriedhof“ bezeichnet wird.

Die Gefahr, die unseren Strandwäldern und Strandgehöften durch die Wanderdünen droht, ist an manchen Orten sehr gross. Dämme, Zäune, ja selbst die festesten und höchsten Mauern können nach dem Dargelegten nicht nur nichts nützen, sondern müssen die Wanderdüne nur zu weiterer Zunahme veranlassen. Die einzige Möglichkeit, sich ihrer zu erwehren, ist das Belegen der luvseitigen Abdachung mit dichtem Gezweig, um die unmittelbare Einwirkung des Windes auf den Sand zu verhindern,

und — da das Gezweig natürlich nicht lange vorhalten kann — das gleichzeitige Besäen und Bepflanzen dieser Abdachung mit Sandgräsern und Kiefernbäumen. Diese sind nämlich im Stande den lockeren Dünensand zu „binden", indem sie in ihm fest Wurzel fassen und ihn überziehen, so dass der Wind ihn nicht weiter fortbewegen kann. Solche umfassende Arbeiten erfordern natürlich viel Aufwand an Zeit und Geld, sind daher bis jetzt nur an wenigen Orten planmässig in Angriff genommen worden, so zum Beispiel in den Strandforsten der Stadt Riga.

Änderungen der Binnenseen.

Wir haben bisher vielfach von den Schwankungen gesprochen, denen das Weltmeer und seine Grenzen unterworfen sind, wir haben auch erkannt, dass alle Flussläufe sich in einem unaufhörlichen Entwicklungs- und Fortbildungszustande befinden, es erübrigt nun noch zu erläutern, dass auch die Binnenseen keine beständigen Gebilde sind, sondern gleichfalls unaufhörlichen Veränderungen unterliegen, die jeden einmal entstandenen See nach und nach wieder verschwinden lassen.

Auf Seite 113 haben wir erfahren, dass jeder See eine Bodenmulde ist, die so tief reicht, dass der Grundwasserspiegel in ihr offen zutage tritt. Die Lage des Grundwasserspiegels ist — wie ebenda dargelegt — von verschiedenen Bedingungen abhängig, unter denen die Tiefe und Neigung der obersten für Wasser undurchlässigen Bodenschicht, die Menge der alljährlichen Niederschläge, die Verdunstungs- und Abflussverhältnisse des gegebenen Ortes die wichtigsten sind. Daraus ergibt sich schon, dass jede natürliche oder auch künstliche Änderung dieser Bedingungen eine Änderung des Seespiegels zur Folge haben muss. Natürliche Anlässe dazu bieten zum Beispiel Hebungen oder Senkungen von Teilen der Erdrinde, Schwankungen des Klimas, selbsttätige Erweiterung und Vertiefung bestehender oder Erosion neuer Abflussrinnen. Derartige Vorgänge haben sich — wie in den vorhergehenden Abschnitten erörtert worden ist — auch bei uns zu Lande abgespielt, infolgedessen sind auch unsere Seen schon manchen Veränderungen unterworfen gewesen (vergl. S. 22, 40 und 220). Ein merkwürdiges Beispiel plötzlicher Entleerung eines Sees durch einen neu gebildeten Abfluss zum Meere hat sich im Jahre 1837 am ehemaligen W i d e l s e e an der Nordspitze Kurlands ereignet. Auf künstlichem Wege können Seen bekanntlich ebensowohl durch Dämme und Deiche aufgestaut, als durch Abzugskanäle abgelas-

sen werden. Auch das Roden grösserer Waldgebiete, sowie das Entwässern von Sümpfen hat auf die Wasserstandshöhe benachbarter Seen einen Einfluss.

Anfüllung von Seen.

Wichtiger als diese letzten, immerhin zu den Ausnahmen gehörenden Erscheinungen sind andere, überall und unablässig vor sich gehende: Jeder Zufluss, jedes dem See zuströmende Regen- oder Schmelzwasser führt ihm losgespülte Bodenbestandteile zu, die sich an seinem Boden ebenso absetzen können, wie an demjenigen des Meeres (S. 111). Dadurch wird jeder See langsam verflacht und endlich ausgefüllt.

Zu diesen, dem See zugeführten anorganischen Sinkstoffen kommen noch — und zwar oft in bedeutend grösserer Menge — organische[20]). Gehäuse, Schalen, Skeletteile, Auswurfstoffe, Leichen der im Wasser lebenden Tiere, Stengel, Blätter und Blütenteile der im oder am Wasser wachsenden Pflanzen sinken zu Boden, wo sie infolge Abschlusses von der Luft vor völliger Zersetzung bewahrt bleiben. Hierbei spielen sich nun die verschiedensten Prozesse ab, die nur schwer schematisiert und in übersichtlicher Weise gruppiert werden können, weil sie unzähligen verschiedenen Möglichkeiten folgen und in der mannigfaltigsten Weise in einander übergreifen können. Zwar lassen sich zwei grosse Gruppen von Erscheinungen unterscheiden, solche, die auf der Lebenstätigkeit von Organismen und solche, die auf deren Absterben und den darauf folgenden Umwandlungen ihrer Leibesstoffe beruhen; jedoch gehen auch diese beiden Gruppen von Erscheinungen so vielfach in einander über, hängen so eng mit einander zusammen und ergänzen einander so oft, dass es nicht möglich ist, sie getrennt zu behandeln. Hier müssen wir uns mit einem flüchtigen Blicke auf das Leben und Sterben in unseren Gewässern begnügen.

Das Leben in ruhenden Gewässern.

Zu den Lebewesen der Gewässer gehören ausser den bekannten W a s s e r p f l a n z e n und W a s s e r t i e r e n, Fischen, Krebsen, Insekten, Schaltieren, Würmern und so weiter, als besonders wichtige Organismen die weniger allgemein bekannten B a k t e r i e n und das P l a n k t o n. Unter Plankton versteht man

20) O r g a n i s c h nennt man solche Stoffe, die von Natur nur in den Körpern lebender Wesen gebildet werden; a n o r g a n i s c h dagegen diejenigen, die auch, vorzugsweise oder ausschliesslich in der unbelebten Natur vorkommen, beziehungsweise entstehen.

die im Wasser freischwebende, mikroskopisch kleine niedere Tier- und Pflanzenwelt der Infusorien, Rädertiere, Krebstiere, Algen und dergleichen. Das Algenplankton nährt sich von den im Wasser gelösten anorganischen Stoffen, und dient seinerseits dem Tierplankton als Nahrungsmittel; übrigens sind beide auf einander angewiesen und bilden eine sogenannte Lebensgemeinschaft. Vom Plankton im allgemeinen leben wiederum die höheren Tiere und zwar entweder unmittelbar, indem sie es als Nahrung zu sich nehmen, oder aber mittelbar, indem sie andere Tiere fressen, die sich ihrerseits vom Plankton nähren.

Im allgemeinen spielt die absterbende höhere Tierwelt, wie Fische, keine grosse Rolle bei der Ausfüllung der Gewässer, dagegen kommt der höheren Pflanzenwelt hierbei eine um so grössere Bedeutung zu. Ihre Wirkungsweise lässt sich etwa in drei Hauptformen gruppieren: Erstens die V e r w a c h s u n g (Fig. 58) im eigentlichen Sinne, bei der sich vom Ufer aus eine geschlossene Vegetation, die bis auf den Grund des Gewässers reicht, in dieses hinein vorschiebt. Zweitens die sogenannte Ü b e r w a c h s u n g (Fig. 59); bei dieser bildet sich meist vom Ufer aus, selten inmitten des Gewässers, eine schwimmende Pflanzendecke, die allmählich das Gewässer oberflächlich überzieht und — immer dicker werdend — endlich bis auf den Grund anfüllt. Der Wind löst vielfach Teile dieser Pflanzendecke ab und treibt sie in das Gewässer hinein, wo sie an Untiefen festwachsen und

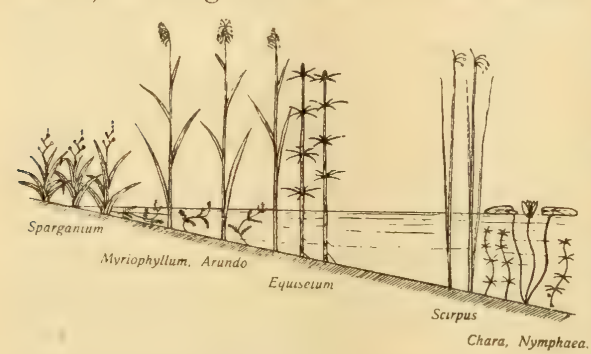


Fig. 58. Schema der V e r w a c h s u n g eines Sees. Nach H. v. Oettingen.

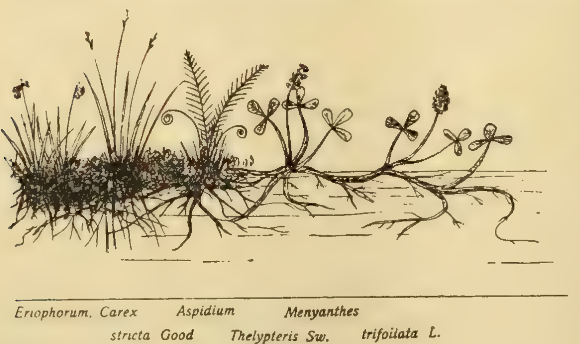


Fig. 59. Schema der Ü b e r w a c h s u n g eines Sees. Nach H. v. Oettingen.

ihrerseits neue Ausgangspunkte für die Überwachsung bilden. Als dritte Form ist die Durchwachsung zu unterscheiden: Vom Grunde des Gewässers erhebt sich ein meist regelloses Gewirr von Pflanzen und trägt von dort aus zur Verflachung und schliesslichen Anfüllung bei.

Organische Zersetzung.

Der Tier- und Pflanzenleichen, die zusammen mit anorganischen Beimengungen das Gewässer zu füllen beginnen, bemächtigt sich wieder das Leben in Form der Bakterien, das sind Pilze von mikroskopischer Kleinheit. Wichtige Vorgänge im Leben und Haushalt der Natur, ganz besonders auf dem Gebiet, das uns eben beschäftigt, sind von ihrer Einwirkung abhängig. Jede der unzähligen Bakterienarten hat eine besondere Vorliebe für ganz bestimmte Stoffe, und ihre Stoffwechselprodukte sind auch ganz eigentümlicher Natur. So vernichten die luftliebenden, eiweiszersetzenden Fäulnisbakterien, die Totengräber der Natur, tierische und pflanzliche Leichen. Sie brauchen dazu den Sauerstoff der Luft; können sie diesen nicht in genügender Menge erlangen, so sterben sie ab und die Zersetzung kann nicht zu ihrem Abschlusse gelangen.

Solches tritt namentlich dann ein, wenn die abgestorbenen Organismen unter Wasser sinken, oder so reichlich vom Wasser umgeben und durchtränkt sind, dass die Luft zu ihnen keinen rechten Zutritt findet. In diesem Falle vermögen die Zersetzungsbakterien ihre Aufräumungsarbeit nicht zu erledigen, die Zersetzung der organischen Stoffe geht unvollständig vor sich, und es entsteht unter stagnierendem Wasser der Faulschlamm, oder — gleichwie an anderen, feuchten Orten — verschiedene Humusstoffe. Diese sind trotz vieler Untersuchungen in manchen Einzelheiten immer noch wenig bekannt. Viele von ihnen haben den Charakter von Säuren und verleihen dem Boden jene Eigenschaften, die der Landwirt mit dem Begriffe „saurer Böden" verbindet. Sie bestehen aus 59—63 % Kohlenstoff, etwa 4½ % Wasserstoff und 35—36 % Sauerstoff. In der Regel sind die Humusstoffe heller oder dunkler braun gefärbt. Je nach den näheren Umständen führt reichliche Bildung von Humusstoffen zur Entstehung von Mudde, Moder oder Torf. Wir wollen diese Gebilde im folgenden etwas näher betrachten, weil sie in unserem derzeitigen Boden nicht unbedeutende Massen ausmachen und somit eine recht wesentliche Anteilnahme der Lebewelt an der Gestaltung der äusseren Erdrinde bezeugen.

Faulschlamm.

Der Faulschlamm, Teichschlamm oder schlechthin Schlamm, mit einem wissenschaftlichen Fremdworte Sapropel genannt, entsteht bei völligem Luftabschluss, namentlich am Boden ruhender Gewässer. Er stellt eine mehr oder weniger dunkel gefärbte, in nassem Zustande breiige bis gallertartige, in trockenem feste, schneidbare Masse dar, in der nur bei Anwendung eines Mikroskopes winzige Reste und Bruchstücke von Pflanzenzellen, namentlich aber tierische Auswurf- und Abfallstoffe zu unterscheiden sind. An der Bildung des Faulschlammes beteiligen sich in der Regel verschiedene, vom Luftzutritt unabhängige Fäulnisbakterien.

Dieser Schlamm gibt — trocken gelegt oder ausgeschöpft — meist einen ausserordentlich fruchtbaren Vegetationsboden. Eine Tatsache, die beispielsweise bei der Bewirtschaftung künstlich angelegter Fischteiche ausgenutzt wird, indem man diese nach einer bestimmten Reihe von Jahren ablässt und einige Zeit hindurch als Ackerflächen verwendet, oder ihren Schlamm zwecks Düngung auf die Felder führt.

Eine besondere Abart des Faulschlammes ist auch der berühmte Heilschlamm einiger flachen Buchten und von der See abgeschnürten Wasserbecken unserer Küsten (vergleiche S. 41 u. 82). Er stellt eine leichte, bewegliche und schlüpfrige, schwärzliche, bei Luftzutritt bleichende Masse von eigentümlichem Geruche dar. Bei der Bildung dieses Schlammes beteiligen sich verschiedene Gruppen von Bakterien in sehr interessanter, einander ergänzender Weise.

Mudde.

Von etwas anderer Beschaffenheit ist die sogenannte Mudde oder Modde, bei uns auch Mott genannt. Im Gegensatz zu dem in klaren Seen entstehenden Faulschlamm bildet sie sich in Gewässern, die durch reichlichen Gehalt an Humusstoffen heller oder dunkler braun gefärbt, oft auch getrübt sind. Die Hauptmasse der Mudde bilden nur mikroskopisch erkennbare Pflanzenreste und ausgefällte Humusstoffe, dazwischen finden sich mehr oder weniger reichlich grössere Pflanzenteile, namentlich ins Wasser gefallene Blätter. Die Mudde bildet oft mächtige, sehr weiche, in der Tiefe meist hellbraun gefärbte Massen, die an der Luft rasch dunkler werden und zu festen, harten Stücken eintrocknen.

Die Mudde ist in allen unseren Seen der beschriebenen Beschaffenheit sehr verbreitet, kleine Wald- und Moortümpel

zeigen sich oft ganz von ihr erfüllt. Sie ist für den Forscher dadurch von Interesse, dass in ihr Blätter, Früchte, Pollenkörner und dergleichen auf hunderte und tausende von Jahren wohl erhalten bleiben und von der Pflanzenwelt Kunde geben, die ehemals in der Umgebung des gegebenen Wasserbeckens bestanden hat.

Moder.

Moder nennt man die gleichfalls wegen ungenügenden Luftzutritts unvollständig verwesten, durch Anreicherung an Kohlenstoff schwärzlich gefärbten festen Bestandteile, die unseren sogenannten „humosen" Wald- und Parkboden dunkel färben. Arm an freien Säuren, dagegen reich an Mineralstoffen, durch Würmer, Insekten und andere Bodentiere beständig durchwühlt, besitzt solch ein Moder- oder Mullboden gewöhnlich eine hohe Fruchtbarkeit.

Torf.

Anders der Torf. Dieser entsteht, wenn das Wachstum von Pflanzen auf trockenem oder nassem Boden schneller vor sich geht, als die Verwesung ihrer absterbenden Teile. Dadurch erfolgt eine dauernde Vermehrung der Humusstoffe und namentlich der Humussäuren; der immer mächtiger werdende Filz gebräunter, im übrigen aber wegen kaum begonnener Verwesung auch mit blossem Auge erkennbarer Pflanzenteile schliesst den darunter befindlichen Mineralboden immer mehr von der Luft ab, und behindert damit seine Verwitterung. Aus diesen Gründen sind die meisten Arten des Torfbodens durchaus unfruchtbar und es kostet oft ausserordentlich viel Mühe, ihn durch Entwässerung, Lockerung, künstliche Düngung und Beförderung seiner Zersetzung ertragfähig zu machen. Je nach dem Orte und der Art seiner Entstehung unterscheidet man in unserem Klima Waldtorf, Heidetorf, Flachmoor- und Hochmoortorf. Die beiden ersten Bezeichnungen sind unmittelbar verständlich, die letzten erheischen aber wohl eine nähere Erklärung.

Flachmoore.

Flachmoore, auch Niederungs-, Wiesen-, Grün- und Grasmoore oder, eigentlich am besten, Grassümpfe genannt, bilden sich entweder auf verwachsenen Seen und deren Buchten, oder aber unmittelbar in Niederungen, wo der Grundwasserspiegel so dicht an der Erdoberfläche liegt, dass eine Versumpfung und dadurch eine Torfbildung eintritt. Wenn auch arm an Pflanzenarten, so ist das Niederungsmoor doch

nicht eben unfruchtbar, da das Grundwasser es mit mineralischen Nährsalzen reichlich versorgt. Auf ihm haben die oben angedeuteten Kultivierungsmassnahmen in der Regel guten Erfolg. Die natürlichen Pflanzenbestände unserer Niederungsmoore setzen sich in der Regel zum allergrössten Teile aus einigen Sauergräsern, Seggen (Arten der Gattungen *Carex* und *Scirpus*) und Wollgräsern. (*Eriophorium latifolium* und *polystachyum*) zusammen. Zwischen ihnen finden sich verschiedene Moosarten, vorzugsweise aus den Gattungen *Hypnum* und *Mnium.*

Eine besondere Abart der Flachmoore sind die Quellsümpfe, die sich oft auf quelligem, ebenem oder geneigtem Boden ausbilden und ebenfalls eine besondere Pflanzendecke tragen, an der Moose einen bedeutenden Anteil haben.

Der Torf der Niederungsmoore ist dunkelbraun bis schwarz, in trockenem Zustande ziemlich fest, ein gutes Brennmaterial.

Hochmoore.

Völlig anders geartet sind die Hoch- oder Moosmoore, wohl auch kurzweg Moore genannt (vergl. Abb. 45 u. 46 auf Tafel XXVII des Atlasses). Sie verdanken ihre Entstehung in erster Linie verschiedenen Arten von Torfmoosen (*Sphagnum*), deren eine in unserer Textfigur 60 dargestellt ist. Diese Torfmoose wachsen stets in dicht gedrängten Massen, und bilden dadurch geschlossene Polster, in denen die einzelnen Pflanzen kaum von einander zu unterscheiden sind. Ihre zahllosen winzigen Blättchen bestehen — wie alle Pflanzenteile — aus mikroskopisch kleinen Zellen. Während aber ein Teil dieser Zellen, ebenso wie bei allen anderen Pflanzen, lebende Eiweisstoffe (Protoplasma und Blattgrün) enthält, ist ein anderer Teil dieses Inhaltes bar; ihr Inneres steht durch Löcher in den Zellwänden mit der Aussenwelt in unmittelbarer Verbindung. Hierdurch und infolge der dichten Lagerung der Blättchen im Torfmoospolster stellt dieses gewissermassen einen mit tausend und abertausend mikroskopisch kleinen Poren versehenen Schwamm dar und vermag in noch höherem Masse als ein solcher, Wasser aufzusaugen.



Fig. 60. Kahnblättriges Torfmoos (*Sphagnum cymbifolium*). Nat. Gr.

Das Vorhandensein von Wasser ist für alle Pflanzen eine der vornehmsten Lebensbedingungen. So auch für die Torfmoose, die zwar — gleich den meisten anderen Moosen — die Fähigkeit besitzen, ein zeitweiliges Eintrocknen unbeschadet zu ertragen und nach erneuter Befeuchtung wieder weiter zu leben, deren Lebensverrichtungen indessen nur bei Anwesenheit von Wasser vor sich gehen können. Da nun die Torfmoose ihrem anatomischen Baue gemäss im Stande sind, grosse Mengen des Niederschlagswassers unverzüglich in sich aufzunehmen und aufzuspeichern, sind sie von den Feuchtigkeitsverhältnissen des Bodens, auf dem sie wachsen, unabhängig. Auch an die im Bodenwasser gelösten Nährsalze stellen sie keine Ansprüche, ihnen genügt das Bischen mineralischer Substanz, das ihnen oberflächlich als Staub zugeführt und im Niederschlagswasser gelöst wird. Deshalb bedürfen die Torfmoose auch keiner Wurzeln, ihre unteren Enden sterben nach und nach ab, während die Spitzen weiter wachsen. So reckt sich das ganze dichte Moospolster unentwegt in die Höhe und stirbt es auch einmal völlig ab, so bildet seine Oberfläche — solange sie nur genügend Feuchtigkeit enthält — eine geeignete Unterlage zur Ansiedlung einer neuen Generation von Torfmoosen.

Hochmoore sind nun nichts weiter, als eben derartige Torfmoospolster von grosser, oft riesiger Ausdehnung. Erstreckt sich doch zum Beispiel der Olaische Moorkomplex zwischen Riga und Mitau, nur durch einige bewaldete oder verheidete Dünengelände unterbrochen, von Katlekaln an der Düna bis Kalnezeem an der kurischen Aa und von Bebberbeck in Livland bis Dalbingen in Kurland, über einen Flächenraum von mehr als 30 Kilometern Länge und etwa 12 Kilometern Breite. Eine andere zusammenhängende Gruppe von Mooren nordwestlich von der Stadt Pernau ist insgesamt mehr als 35 Kilometer lang und gegen 30 Kilometer breit. Das grösste einheitliche Moor unserer Heimat dürfte wohl das von Kikepere (Name eines Gehöftes) östlich von Pernau sein (siehe die Übersichtskarte der Höhen und Gewässer, sowie die Vegetationsskizze im Atlasse), dessen Länge nahezu 20 und dessen Breite fast 10 Kilometer betragen soll[21]. Die Mächtigkeit einiger unserer Moore erreicht beinahe 10 Meter.

---

21) Nach A. v. Sivers „Der Kikepere-Soo, eine Wald- und Morastskizze“ im Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. I Ser. Bd. 2. S. 475—478, 1858—1859.

Die Hochmoore sind also vom Grund- und Bodenwasser unabhängig, dagegen an ein gewisses Mindestmass von Niederschlägen und Luftfeuchtigkeit gebunden. Unser Klima begünstigt sie durchaus. Ihr Name beruht darauf, dass sie, etwa wie der Glasdeckel einer Taschenuhr, in der Mitte merklich höher zu sein pflegen, als an den Rändern, weil die Moose in der Mitte, wo ihre wasserhaltende Kraft am meisten zur Wirkung gelangt am besten empor wachsen können. Übrigens wächst ein Moor, solange es in der Fortentwicklung begriffen ist, auch an seinen Rändern langsam aber stetig in die Höhe, wobei es sich natürlich gleichzeitig immer weiter ausbreitet, seine Umgebung mehr und mehr überziehend. So sind unsere heutigen grossen Moore im Laufe von Jahrtausenden aus kleinen, getrennten Anfängen entstanden. Der etwaige Wasserüberschuss, den das Moor nicht mehr festzuhalten vermag, sammelt sich an seinem Rande und sucht dort einen Abfluss. Darum pflegen die Ränder eines Moores nasser zu sein, als seine Mitte.

Der Hochmoortorf besteht aus wenig zersetzten und daher selbst in den tiefsten und ältesten Schichten immer noch kenntlichen Resten der Hochmoorpflanzen, unter denen die Torfmoose *(Sphagnum-*Arten) und neben ihnen die dichten Bülten des Scheidenwollgrases *(Eriophorum vaginatum,* vergleiche Abb. 45 u. 46 auf Taf. XXVII) die Hauptmasse bilden. Die jüngeren Lagen sind hell, die älteren dunkler braun gefärbt. Dieser Torf ist sehr locker und in trockenem Zustande auffallend leicht. Zu Feuerungszwecken eignet er sich wegen seines geringen Heizwertes höchstens in stark komprimiertem Zustande, als sogenannter Presstorf, jedoch findet er, wegen seiner Fähigkeit Flüssigkeiten aufzusaugen, als Streutorf mannigfache Verwendung.

Übergangsmoore.

Zwischen den verschiedenen Arten von Mooren, sowie zwischen anderen Vegetationsformationen [22]), wie zum Beispiel Wäldern, Wiesen und Heiden, gibt es in der Natur sowohl im örtlichen, als auch im zeitlichen Sinne die mannigfaltigsten Übergangsformen. Im ersten Falle beobachtet man diese neben und zwischen jenen, im zweiten leiten sie mit der Zeit die einen in die anderen über. Gewöhnlich findet beides nebeneinander und

22) Näheres über diesen Begriff findet sich im Abschnitte über unsere Pflanzenwelt.

gleichzeitig statt. Man kann solche Bildungen als Übergangsmoore im weitesten Sinne bezeichnen.

Die erwähnten Vegetationsformationen sind also nicht etwas bleibendes, sondern auch sie sind — wie alles irdische — einem beständigen, wenn schon meist langsamen Wechsel unterworfen. Die zeitliche Aufeinanderfolge der hier in Rede stehenden Vegetationsformationen kann je nach den gegebenen klimatischen und Bodenverhältnissen sehr verschieden sein; häufig findet sie in nachstehender Ordnung statt: Ein Seebecken wird durch die auf Seite 239—240 erläuterten Vorgänge ausgefüllt, auf ihm bildet sich ein Niederungsmoor aus, dass durch stetige Zunahme seiner Torfmasse allmählich trockener wird. Darauf kann sich nun ein Wald ansiedeln, oder aber es finden sich kleine Torfmoospolster ein, die — unabhängig von der Bodenfeuchtigkeit — immer mehr zunehmen, mit einander verschmelzen und ein Hochmoor entstehen lassen, das sich weiter und weiter ausdehnen kann. Aber auch Leben und Wachstum des Hochmoores sind nicht unbegrenzt. Schliesslich kommt ein Zeitpunkt, wo örtliche oder klimatische Bedingungen auch dieser Entwicklungsphase Einhalt gebieten. Das Hochmoor beginnt zu verdorren, es geht in eine Heide über, auf die, wenn der Torfboden hinreichend verwest ist, sogar wieder Wald folgen kann. Ein ewiger Wechsel, ein grosszügiges Werden und Vergehen beherrscht also auch diese Naturgebilde.

Sumpfgas.

Der Faulschlamm oder Sapropel unserer Gewässer und Moore unterliegt unter dem Einfluss von gewissen Bakterien einem Fäulnisprozesse, bei dem unter anderen Zersetzungsprodukten auch gewisse Gase gebildet werden, namentlich das Sumpfgas, Erdgas oder Methan. Dieses ist ein farbloses, brennbares Gas, das vom Grunde stagnierender Gewässer in Blasen aufsteigt, sobald dieser aufgewühlt wird. Es ist in unserem Gebiete sehr verbreitet, hin und wieder sind bedeutende Ansammlungen davon beobachtet worden: Im Mühlensee (Dsirnesers) nahe der Mündung der Livländischen Aa fand am 14. (2.) März des Jahres 1832 ein von donnerartigem Getöse begleiteter plötzlicher Ausbruch von grossen Massen Sumpfgases statt, der den ganzen See in Wallung brachte und seine damals etwa $^{1}/_{2}$ Meter dicke Eisdecke sprengte[23]). Wiederholt sind in Riga aus

23) B. Doss Korresp.-Bl. d. Naturf.-Ver. zu Riga Bd. LI, S. 54—59, 1908.

Erdbohrlöchern von 10 bis 17 Metern Tiefe bedeutende Mengen Sumpfgases entwichen, so namentlich am 23. (11.) März des Jahres 1896 aus einem Bohrbrunnen in der Kaisergartenstrasse, wo das Gas, entzündet, mehrere Tage brannte[24]). Ein Gasgemisch, welches hauptsächlich Methan enthielt, wurde im Herbste des Jahres 1903 auf der Insel Kokskär bei Reval auf 30 Metern Tiefe erbohrt und erwies sich als so ergiebig, dass es jahrelang ununterbrochen ausströmte und den Plan veranlasst hat, den dort befindlichen Leuchtturm mit diesem Naturgase zu beleuchten[25]). Dieses Gas unterscheidet sich jedoch von gewöhnlichem Sumpfgase dadurch, dass es geologisch älteren Ursprungs ist.

Raseneisenerz.

Als begleitende Bildung vieler Moore der baltischen Provinzen findet sich Raseneisenerz in kleinen und grösseren Massen, zuweilen in Klumpen, die lagerartig geordnet sind. Kohlensäurehaltiges Wasser löst das den Dolomiten und Kalksteinen beigemengte Eisenkarbonat; aus diesen Lösungen scheidet sich stellweise das Eisen als Raseneisenerz wieder aus und bildet, indem es Sandkörner einschliesst, den Raseneisenstein, oder, mit Ton vermischt, den Eisenocker. Bei diesen Bildungen spielen Eisen- und Schwefelbakterien eine gewisse Rolle. In früheren Zeiten wurde das Raseneisenerz an vielen Orten gehoben und zur Eisengewinnung verhüttet.

Ortstein.

In gewissem Zusammenhange mit der Vertorfung steht auch die Bildung von Ortstein. Dieser wird namentlich in Sandböden beobachtet, die lange unter einer Decke von rohem, das heisst wenig zersetztem Humus gelegen haben, und ist der Landwirtschaft, in noch höherem Masse aber der Forstwirtschaft hinderlich. Einige Dezimeter tief trifft man auf harte braune oder schwarze Schichten, die ihre Festigkeit und dunkle Farbe einer Verkittung des Sandes durch im Niederschlagswasser gelöste und in die Tiefe gespülte Humusstoffe verdanken. Die über dem Ortstein lagernden Schichten sind meist völlig ausgelaugt und weisen eine asch- oder bleigraue Farbe auf. Man bezeichnet sie als Bleisand. Da dieser Bleisand völlig arm an Pflan-

24) Korresp.-Bl. d. Naturf. Ver. zu Riga Bd. XXXIX, S. 83, 1896 und B. Doss ebenda Bd. LI, S. 46—59, 1908.

25) A. Mickwitz „Bericht über den Gasbrunnen auf Kokskär“ Bull. de l'Acad. d. sc. Pétersb. 1908 № 2, S. 188—190.

zennährstoffen ist, der Ortstein aber ein tieferes Eindringen der Wurzeln verhindert, ist die Vegetation an solchen Stellen ausserordentlich behindert.

Kulturböden.

Ausser den leblosen Kräften der Natur, ausser Pflanzen und Tieren greift gegenwärtig auch der Mensch in die Gestaltung der Erdoberfläche ein, namentlich dort, wo er durch mechanische Bearbeitung und durch Zufuhr von Düngemitteln die Ertragfähigkeit des Bodens zu steigern, ihn zu kultivieren sucht. Alle unsere Kulturböden sind das Ergebnis der Wechselwirkung von Naturkräften und menschlichen Eingriffen.

Als die Gewässer der Abschmelzperiode, die der Eiszeit folgte, sich verzogen hatten, setzte unter dem Einfluss von Wind und Wetter, Frost und Hitze die Verwitterung an dem zutage tretenden Fels und den quartären Geschieben ein (vergl. S. 99—101). Je wärmer das Klima wurde, desto schneller schritt die Verwitterung des Bodens, sowie die Zersetzung organischer Reste vor. Diese erfolgt auf trockenem Boden und bei genügendem Luftzutritt wesentlich anders, für die Bedürfnisse der Vegetation bedeutend günstiger, als im Wasser oder an nassen Orten und unter Luftabschluss: Es kommt unter Beteiligung luftbedürftiger Bakterien zu völliger Verwesung; der Boden wird durch die ihn bewohnenden niederen Tiere beständig durchwühlt, gelockert, zerkrümelt; dadurch findet eine reichliche Durchlüftung statt, die wiederum die Verwesung befördert. Besondere Bakterien versorgen den Boden mit den für das Gedeihen der Pflanzen unerlässlichen Stickstoffverbindungen und so wird durch diese kleinsten Lebewesen erst der geeignete Vegetationsboden, die Krume, für die höhere Pflanzenwelt vorbereitet, die ihrerseits wiederum der Tierwelt und dem Menschen das Dasein ermöglicht.

Alle diese Vorgänge, die zur Erzeugung tauglichen Vegetationsbodens dienen, können durch künstliche Eingriffe nach Belieben befördert oder gehemmt werden und es ist die hohe Aufgabe der Land- und Forstwirtschaft, diejenigen Wege zu weisen, die zur Erzielung grösstmöglichsten Ertrages führen. Als Beispiel für die verschiedenartige Beschaffenheit der Kulturböden wird hier zum Schluss die Klassifikationstabelle für Äcker und Gärten mitgeteilt, nach der laut gesetzlicher Bestimmung die Bonitierung, das heisst Werteinschätzung der Grundbesitzlichkeiten, in Livland vollzogen wird.

Klassifikations-

angenommen von der Gouv.-Schätzungs-Komm. und bestätigt

I. Aecker

Klasse.	Minimale Krumentiefe in Zoll.	Der Boden in Beziehung zu den Getreidearten.	Lage und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens.	Bodenart.
I.	10″ und tiefer	Bietet allen Feldfrüchten besten Standort.	Lage eben, leicht nach vorherrschend südlicher Richtung abgedacht. Wasserstand vollständig reguliert Jüngster reicher Alluvialboden an Flussufern. Lage wie oben. Getreidebau bei normalem Hochwasser nicht gefährdet.	Lehmböden.
II.			Lage wie Kl. I, jedoch auch nördlich abgedacht, Wasserstand vollständig reguliert. Alluvialböden d Kl I, auf denen Winterung durch Hochwasser mässig gefährdet, Sommerung jedoch sehr sicher ist	
III.	8–10″	Die schweren Bodenarten: gute Weizenböden, Ernte hoch, aber weniger sicher als in Klasse I u. II Bearbeitungszeit von der Witterung abhängig. Die leichten Böden: vorzügliche Gersten- u. Kartoffelböden, Ernten gut u. sehr sicher.	Lage eben, abgedacht, der Wasserstand in der Krume vollständig reguliert, nur im Untergrunde Anzeichen von zeitweiliger Wasserstagnation nicht ausgeschlossen.	1. Gruppe der Lehmböden. 2. Gruppe der Grandböden.
IV.	7–8″	Vorzüglicher Roggen-, guter Gerstenboden.		
V.	6–7″	In schwerer Form guter Gersten- und Haferboden, auch für Weizen geeignet. In leichter Form sehr guter Roggenboden.	Wasserstand reguliert, der Boden jedoch nach reichlichen Niederschlägen die überschüssige Feuchtigkeit nur langsam verlierend. Wie Klasse III. Untergrund in tieferen Schichten wasserhaltig.	1. Gruppe der Lehmböden. 2. Gruppe der Kalkböden. 3. Gruppe der Sand- u. Grandböden.
VI.	5–6″			
VII.	4–5″	Nur Roggen. Hafer und noch vierzeilige Gerste (landesüblich „sechszeilige“ genannt) zum Anbau geeignet. Die Erträge zuweilen recht hoch, aber sehr ungleich.	Wasser im Boden zur Stagnation sehr geneigt, ungenügend reguliert. Entweder leicht austrocknend oder an nasskaltem Untergrund leidend. Untergrund nasskalt.	1. Gruppe der Lehmböden. 2. Gruppe der Kalkböden. 3. Gruppe der Sand-, Grand- u. Moorböden.
VIII.	3–4″	Armer Roggen- und Haferboden.	Die Feuchtigkeitsverhältnisse sehr mangelhaft, nur bei extremen Witterungsverhältnissen der Vegetation mässig zusagend.	1. Gruppe der Lehmböden. 2. Gruppe der Kalkböden. 3. Gruppe der Sand-, Grand- u. Moorböden.
IX.	1. Alle Böden, deren Krumentiefe 3″ nicht erreicht, dahin gehören auch Bergkuppen und Abhänge mit so starker Neigung, dass auf diesen die Bildung der minimalen Krumentiefe bei landesüblicher Wirtschaft nicht nachweisbar ist. — 2. Alljährlich an Schneeverwehungen leidende und für einen sicheren Getreidebau zu spät			

Tabellen,
vom Min. der Finanzen am 22. Juni 1904. № 4576.
und Gärten.

Nähere Bezeichnung der Beschaffenheit

der Krume.	des Untergrundes.
Reicher, humoser, mürber, durchlassender Lehm, Farbe in frischem Zustande schwarzbraun bis schwarz.	Von der Krume kaum abweichend, in durchlassenden, reichen Lehm übergehend.
Milder, humoser, durchlassender, sandiger Lehm hellerer Farbe, meist dunkelbraun.	Wenig heller als die Krume, sonst dieser gleich in durchlassenden, lederbraunen Lehm und sandigen Lehm übergehend.
Humoser Lehm krümeliger Struktur, mässige Schollenbildung; Schollen zerfallen bei leichtem Stoss, Farbe in frischem Zustande schwarzbraun bis dunkelbraun.	Reicher, gelblicher bis lederbrauner Lehm, von Sandadern durchzogen.
Kalkhaltiger, mürber Lehmboden in frischer Lage, humusärmer, durch grobkörnigen Sand physikalisch verbessert, Farbe braun	Von der Krume durch geringeren Humusgehalt abweichend, auf Kalkfliesen lagernd.
Leicht zu bearbeitender humoser, recht sandiger, milder, tätiger Lehm in alter, dauernder Kultur,	Sandiger Lehm bis lehmiger Sand, sowie durch Grand und Kalkgeschiebe gelockerter Lehm. In tieferen Schichten des Untergrundes auch Kalkfliesen.
Schwarzbrauner, reicher, bindiger, feiner Grandboden in frischer, ebener Lage.	Reicher, sandiger Lehm bis stark lehmiger Grand.
Sandiger, meist gelblich brauner Lehm mit erkennbarem, aber feinem Skelett. Reicher Lehm mit geringerem Humus- und Kalkgehalt, als Klasse III. Skelett vorhanden, aber recht fein, Farbe dunkelgrau bis braun, schwer zerfallende Schollen noch körniger Struktur.	In der Grundsubstanz der Krume gleich, humusärmer.
Frischer, noch bindiger, humoser Kalkboden, in der Krume auch faustgrosse Kalksteinbrocken zerstreut, Farbe fast schwarz.	Humusärmer, auf Kalkstein lagernd.
Humoser, Tonmergel. Humoser, frischer, lehmiger Sand und Grand.	Sandiger und grandiger Lehm und Mergel. Verschiedenfarbiger Sand und Grand mit geringem Tongehalt.
Tonboden mit ungenügendem Kalk- und befriedigendem Humusgehalt in frischer Lage, mangelhaft durchlassend, feste Schollenbildung, fein und schmierend, Farbe des frischen Bodens gelblich bis dunkelgrau.	In der Grundsubstanz der Krume gleich, verschlossen, schwer durchlassend, humusarm, auch rostfarbig gefleckt, kalt.
Sandiger und grandiger, schwach bindiger, humoser, zehrender Kalkboden.	Kalkgeröll, auch auf Kalkfliesen lagernd.
Schwach humoser, magerer Sand und Grand.	Sand und Grand.
Anmooriger, humoser, kalter Sand- und Grandboden.	Verschiedenfarbiger, meist grauer Ton und wasserhaltiger fliessender Sand und Grand.
Humoser, lockerer, anmooriger Mergelboden.	Ton, wasserhaltiger Sand, Kalkgeschiebe und Grand führender Lehm.
Strenger Ton vorherrschend rötlicher und grauer Farbe, mit feinem Sande verschlemmt, fein und kittig, sehr unsicher.	Vorherrschend rötlicher und grauer Ton, sehr schwer durchlassend bis undurchlassend.
Leichter Kalksand oder Kalkgeröllboden in stark austrocknender oder nasser Lage.	Kalkgeröll, Kalksand, Grand, 6" unter der Krume auch feste Kalkfliesen.
Leichter Sand und Grand mit sehr geringem oder überreichem Humusgehalt. In seiner gesammten Tiefe 18" nicht überschreitender, mooriger Humus, bei Frost aufziehend.	Sand, Grand und Ton.

auftauende Hänge und enggeschlossene Bergkessel. — 3. Über 18″ tiefe Moorböden, die vorherrschend aus Humus bestehen, sowie Kalk- resp. Fliesböden, in denen der Abstand des festen Gesteines unter der Ackerkrume weniger als 6″ beträgt.

Literatur.

Vergleiche die Literaturangaben am Schlusse der Abschnitte 6, 7 und 8.

A. Speziell unser Gebiet betreffende Schriften.

C. Grewingk (Vergl. die Literaturangaben auf Seite 197).

derselbe „Geologie und Archäologie des Mergellagers von Kunda". Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands, herausgeg. v. d. Naturf.-Gesellschaft zu Dorpat I Ser. Bd. IX Lief. I, 1882.

G. v. Helmersen „Studien über Wanderblöcke ..." I u. II. — Mém. de l'Acad. des sciences Pétersb. XIV, 7, 1869 und XXX, 5, 1882.

Fr. Schmidt „Untersuchungen über die Erscheinungen der Glazialformation in Estland und auf Ösel." Bull. Acad. sc. Pétersb. VIII, 1865.

derselbe „Blicke auf die Geologie von Estland und Ösel." Baltische Monatsschrift Jahrgang 1885.

derselbe „Exkursion durch Estland" aus „Guide des excursions du VII Congrés géologique international" № XII, 1897.

M. Petzholdt „Das Torflager von Awandus" und „Zur Naturgeschichte der Torfmoore" Archiv für Naturkunde Liv-Est-Kurlands, herausgegeb. von der Naturf.-Ges. zu Dopat, I Ser. Bd. III, 1864.

Br. Doss „Die geologische Natur der Kanger im Rigaschen Kreise unter Berücksichtigung ihrer weiteren Umgebung." Festschrift des Naturforscher-Vereins zu Riga, 1895.

derselbe „Über das Vorkommen von Drumlins in Livland." Zeitschr. der Deutsch. geolog. Gesellsch. 1896.

derselbe „Über die Åsar von St. Matthiae in Livland." Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XXXVIII, 1895.

derselbe „Zur Geologie der Jungfernhofschen Seen." Ebenda.

derselbe „Über einige Besonderheiten bei Dünen aus Rigas weiterer Umgebung." Ebenda XXXIX, 1896.

derselbe „Die postglaziale Hebung des Rigaer Strandes, mit einem Beitrag zur Kenntnis des Torfschiefers." Ebenda XL, 1898.

derselbe „Inselbildung und Verwachsung von Seen in Livland unter wesentlicher Beteiligung koprogener Substanz." Ebenda.

derselbe „Über den Limanschlamm des südlichen Russlands, sowie analoge Bildungen in den Ostseeprovinzen." Ebenda XLIII, 1900.

derselbe „Die geologischen Aufschlüsse einer grösseren Anzahl artesischer Brunnenbohrungen in Pernau und Umgegend." Ebenda L, 1907.

derselbe „Über ein postglaziales Massengrab von Fledermäusen ..." Ebenda.

derselbe „Über die geologischen Aufschlüsse einiger Tiefbohrungen in Windau." Ebenda LI, 1908.

derselbe „Über livländische, aus Gipsquellen entstandene Süsswasserkalke." Neues Jahrb. f. Mineral. Geol. u. Paläont. 1897. Bd. 1.

derselbe „Orographische und geologische Verhältnisse des Bodens von Riga." Mit Karte. In „Riga und seine Bauten" 1903.

derselbe „Gutachten über das Projekt einer Grundwasserversorgung der Stadt Dorpat", 1906.

derselbe Mehrere andere, in den Fussnoten angeführte Arbeiten.

E. Baron Toll „Geologische Forschungen im Gebiete der kurländischen Aa." Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat, Bd. XII, Heft 3, 1901.

K. R. Kupffer „Das Glazialpflanzenlager von Titelmünde." Korresp.-Bl. des Naturf.-Ver. zu Riga, Bd. XLVI, 1903.

P. Rosenstand Wöldike „Das Hochmoor als Wasserspender." Mitteilungen des Liv-Estländischen Bureaus für Landeskultur, Jahrb. 1906/07.

H. von Oettingen „Vorläufiger Bericht über die botanischen Ergebnisse der Seenforschung im Sommer 1905." Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat Bd. XIV, H. 2, 1906.

Max von zur Mühlen „Das Werden und Vergehen unserer Landseen." Baltische Wochenschrift 1906, № 5.

derselbe „Bericht über die Spankauschen Seen." Ebenda 1907, № 4.

derselbe „Zur Entwicklungsgeschichte der Spankauschen Seen, sowie einiger anderer Seen in der Umgebung Dorpats." Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat, Bd. XV, H. 3, 1906.

derselbe „Mitteilungen über die Seen von Tilsit, Alt-Waimel und Schreibershof." „Die Raugeschen Seen." Ebenda Bd. XVII, 3—4, 1908.

Leo von zur Mühlen „Der Soiz-See." Ebenda XVIII, 2—3, 1910.

B. Nicht speziell unser Gebiet betreffende Werke.

M. Neumayr „Erdgeschichte" 2 Bde. 2 Aufl., bearb. v. V. Uhlig. 1895.

Emanuel Kasper „Geologische Formationskunde."

Johannes Walther „Geschichte der Erde und des Lebens."

„Lethaea geognostica Teil III: Das Caenozoicum" von Fr. Frech und E. Geinitz. 1904.

Alfred Philipson „Europa." Aus „Allgem. Länderkunde" v. Wilh. Sievers.

F. E. Geinitz „Die Eiszeit." („Die Wissenschaft" H. 16) 1906.

„Gaea" Natur und Leben, 1907, „Die Eiszeit nach dem heutigen Standpunkte der Forschung.

Hans Hess „Die Gletscher." 1904.

Felix Wahnschaffe „Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes." 3. Aufl. 1909.

O. Zacharias „Das Süsswasser-Plankton."

E. Gutzeit „Die Bakterien."

Hippolyt J. Haas „Quellenkunde." 1895.

H. Potonié „Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten."

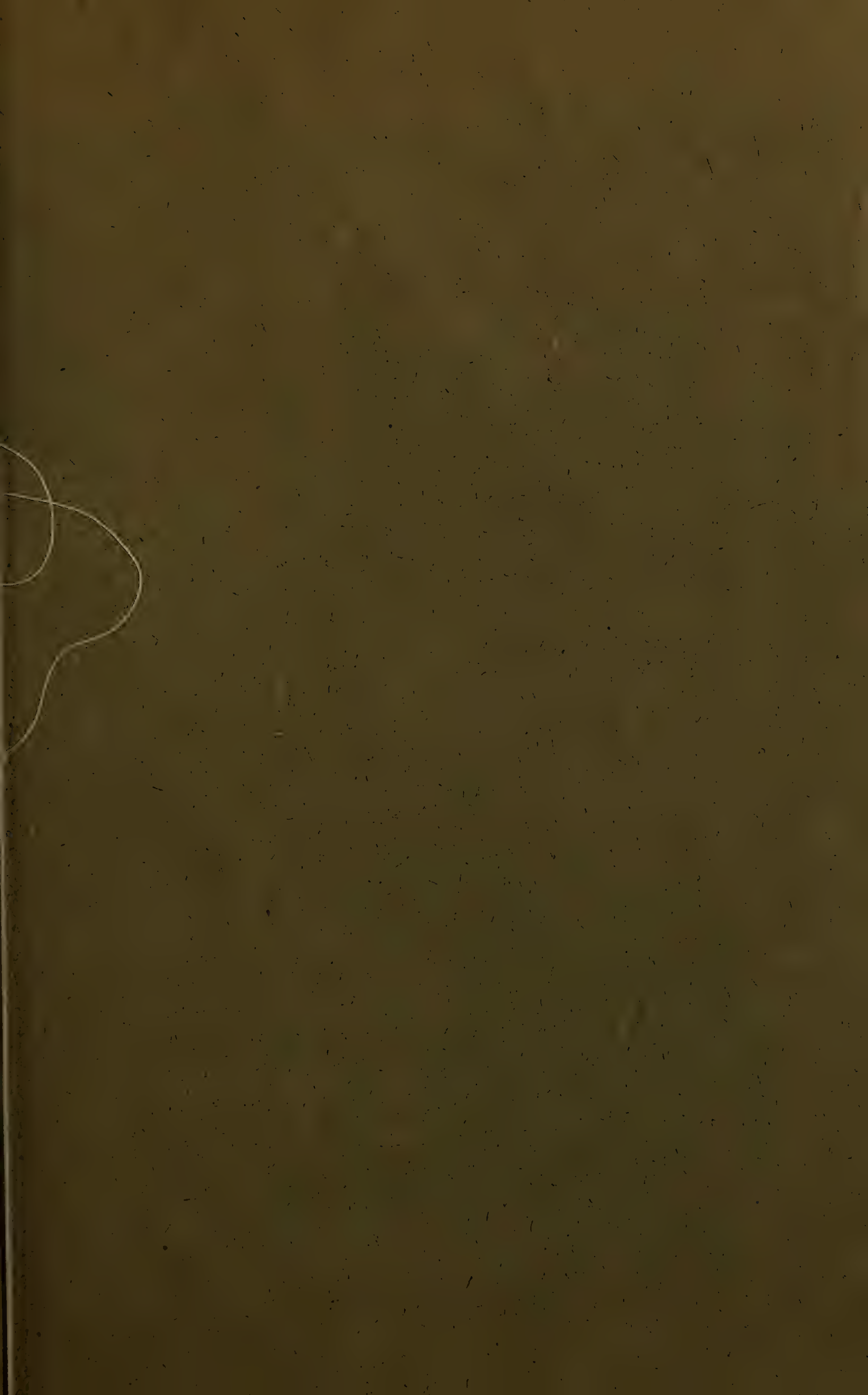
derselbe „Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt." 5. Aufl. 1910.

G. De Geer „Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden." Stockholm 1896.

N. A. Sokolow „Die Dünen". Deutsche Ausgabe von A. Arzruni, 1894.

„Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit." Eine Sammlung von Berichten, herausgegeben von dem Exekutivkomitee des XI. internationalen Geologenkongresses. Stockholm 1910.







VERLAG VON G. LÖFFLER, BUCHHÄNDLER IN RIGA.

GR. SANDSTRASSE 20.

Baltische Bürgerkunde. Versuch einer gemeinverständlichen Darstellung der Grundlagen des politischen und sozialen Lebens in den Ostseeprovinzen Russlands. Herausgegeben von **C. von Schilling** und **B. von Schrenck.** Erster Teil: 375 S., 1908.
Kart. 1 Rbl. 50 Kop., geb. 2 Rbl.

Heimatbuch. Für die Baltische Jugend herausgegeben von **L. Goertz** u. **A. Brosse.** Erster Teil: 2. Aufl., 141 S., 1909. Geb. 1 Rbl. 20 Kop.
Zweiter Teil erscheint im Sommer 1911.

Über beide Bücher schrieb Prof. Dr. ADOLF HARNACK:

„Ich habe die Bücher mit dem höchsten Interesse gelesen und mich innig gefreut dass sie da sind. Diese Bürgerkunde ist ganz ausgezeichnet ausgearbeitet und wird hoffentlich bald in keinem baltischen Hause fehlen, aber auch in Deutschland Beachtung finden und Interesse wecken."

Arbeiten und Ergebnisse des Ersten Deutsch-Baltischen Lehrertages am 3. und 4. August 1907 in Riga: 138 S. und 1 Tafel, 1907. 1 Rbl.

Pädagogische Zeitfragen. Vorträge und Aufsätze von A. Brock, F. Demme, C. Hörschelmann, E. Igel, H. Lehbert, O. Scheibner, A. Sprengel, A. von Stromberg, N. von Tideboehl, A. Unverhau, R. von Zeddelmann: 152 S., 1909. 1 Rbl.

Arbeiten des Ersten Baltischen Historikertages zu Riga 1908: 322 S. mit 3 Lichtdrucktafeln, 1909. 3 Rbl. 20 Kop.

Blum, K., Auszug aus der Baltischen Geschichte für Schulen: 41 S., 1909.
45 Kop.

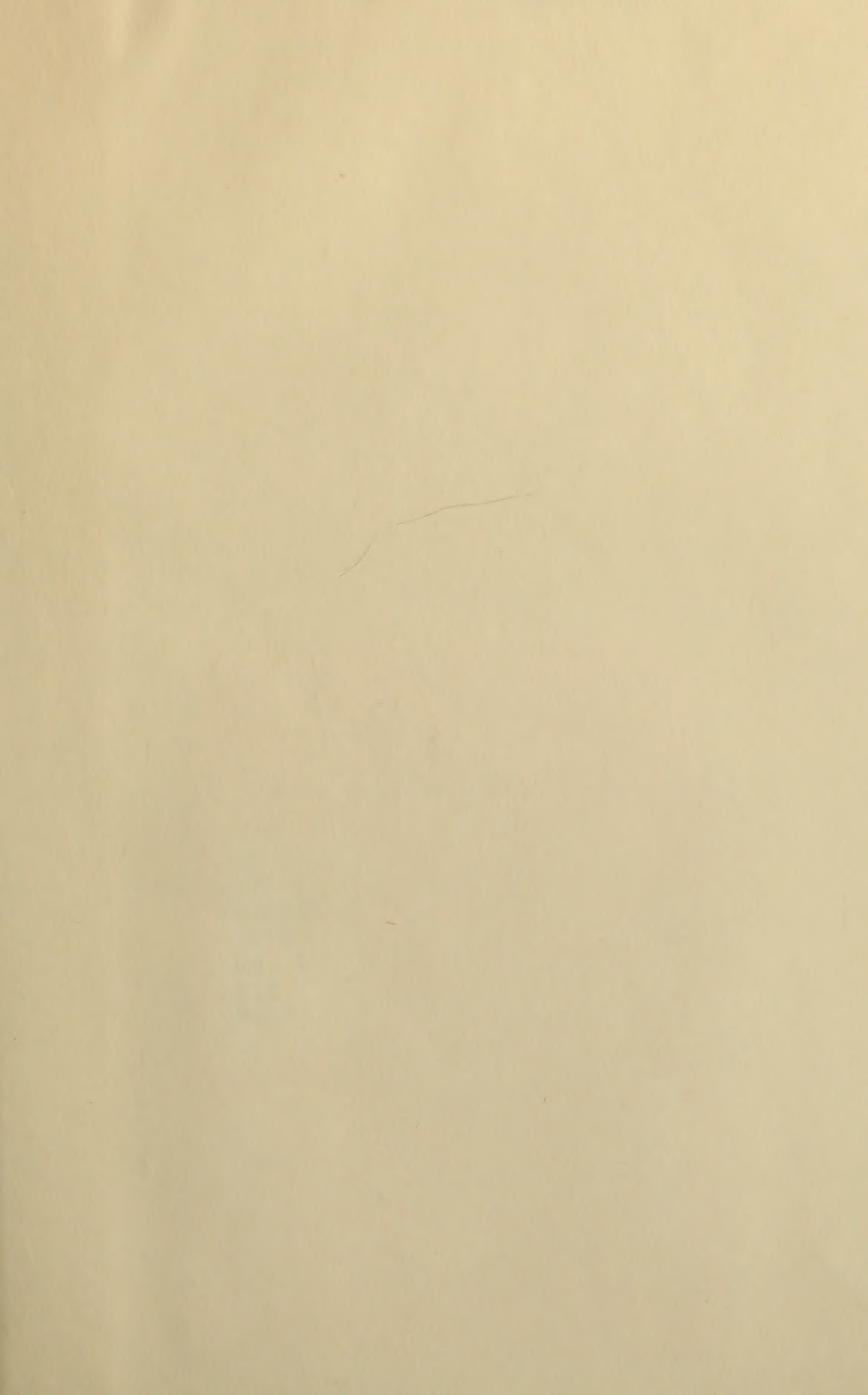
Tobien, Alex., Die Agrarzustände Livlands in der Beleuchtung des Herrn Semzew: 86 S., 1908. 80 Kop.

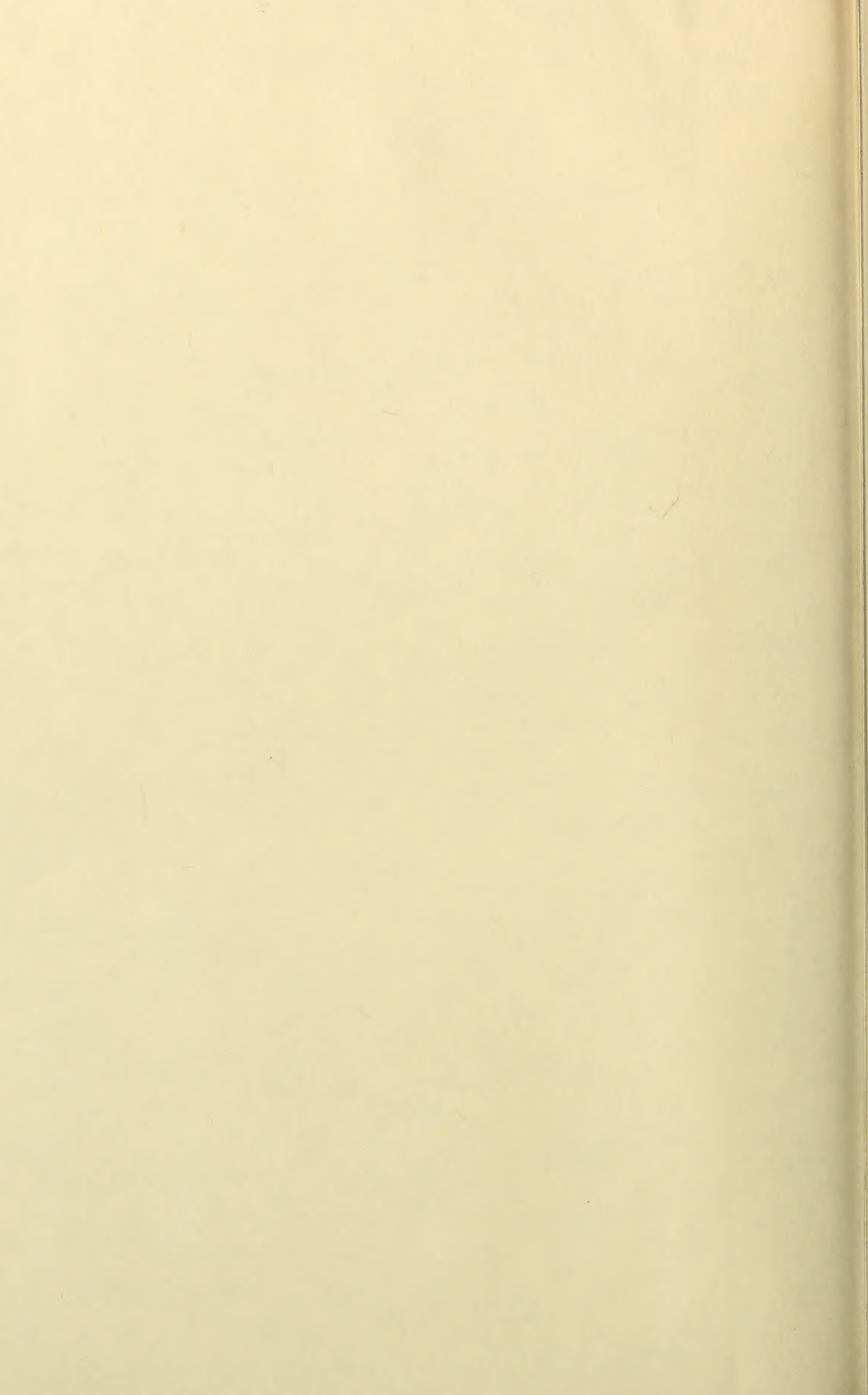
Tobien, Alex., Die Agrargesetzgebung Livlands im 19. Jahrhundert. I. Bd.: Die Bauernverordnung von 1804 und 1819: 4°, 441 S., 1899. 4 Rbl.
II. Bd. erscheint im Frühjahr 1911.

VERLAG VON G. LÖFFLER, BUCHHÄNDLER IN RIGA.

GR. SANDSTRASSE 20.

Alexander Grosset, Riga.






UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C
39 13 01 19 01 017 1